Мартін Дітріх, Олег Гриб

ТРІАДА ВОДНОЇ РАМКОВОЇ ДИРЕКТИВИ:
самодинаміка — її ініціювання, контроль, зупинка — і впровадження цих процесів за допомогою інженерно-біологічних методів



UfU Independent Institute for Environmental Issues

Незалежний інститут екологічних проблем ГО
Еко-Тірас

ECO-TIRAS

Мартін Дітріх, Олег Гриб

ТРІАДА ВОДНОЇ РАМКОВОЇ ДИРЕКТИВИ: САМОДИНАМІКА — ЇЇ ІНІЦІЮВАННЯ, КОНТРОЛЬ, ЗУПИНКА — І ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНЖЕНЕРНО-БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ

Мартін Дітріх, Олег Гриб

ТРІАДА ВОДНОЇ РАМКОВОЇ ДИРЕКТИВИ:
самодинаміка – її ініціювання, контроль, зупинка – і впровадження цих процесів за допомогою інженерно-біологічних методів

Кишинів, 2023

Вихідні дані

Видавець	Незалежний інститут екологічних проблем ГО Грайфсвальдер штрасе 4 10405 Берлін, НІМЕЧЧИНА info@ufu.de Еко-Тірас вул. Театральна 11А Кишинів, 2012, МОЛДОВА
Автори	Мартін Дітріх, Інститут прикладної екології та гідрології, Німеччина Олег Гриб, Одеський державний екологічний університет, Україна
Переклад і редагування	Олеся Степанишин Олег Анісімов
Макет	SRL Arconteh
Фото на обкладинці	Живці та жива фашина для укріплення берегів в Лаасдорфі в Німеччині. Фотографії Мартіна Дітріха.
Посилання для цитування	Незалежний інститут екологічних проблем & Еко-Тірас (вид.) (2023): Тріада Водної рамкової директиви: самодинаміка – її ініціювання, контроль, зупинка – і впровадження цих процесів за допомогою інженерно-біологічних методів. Кишинів, 2023.

Цей посібник (настанова) підготовлено в рамках проекту «Розвиток потужностей для управління водними ресурсами на місцевому рівні в окремих регіонах України», який фінансується Програмою консультативної допомоги з охорони довкілля у Центральній та Східній Європі Федерального міністерства довкілля, охорони природи, ядерної безпеки та захисту прав споживачів Німеччини під контролем Федерального відомства з охорони довкілля Німеччини.

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

Дітріх, Мартін.

Тріада водної рамкової директиви: самодинаміка – її ініціювання, контроль, зупинка – і впровадження цих процесів за допомогою інженерно-біологічних методів / Мартін Дітріх, Олег Гриб; переклад і редагування: Олеся Степанишин, Олег Анісімов; Independent Institute for Environmental Issues. – Кишинэу: Eco-Tiras, 2023 (Arconteh). – 96 p.: fig., fot., tab.

Rez. paral.: lb. engl., ucr. – Referințe bibliogr.: p. 61-64. – Фінансується Програмою консультативної допомоги з охорони довкілля у Центральній та Східній Європі Федерального міністерства довкілля. – 500 ex.

ISBN 978-9975-3448-5-2.

504.4(477)
Д 492

Tipar: SRL Arconteh

Зміст

Покажчик рисунків 4
Покажчик таблиць 4
Резюме 5
Передмова 6

1. Вступ 7
2. Розвиток водних об'єктів – що це таке? 8
3. Значення розвитку водних об'єктів у контексті ВРД ЄС 8
4. Самодинаміка 12
4.1. Самодинамічні процеси як рушій розвитку водних об'єктів 12
4.2. Самодинамічні процеси – що це означає? 12
4.3. Самодинамічні процеси: як спланувати те, що неможливо планувати – мистецтво вчитися у водотоку 13
4.4. Тріада ВРД ЄС: самодинамічні процеси – ініціювання, контроль і зупинка 16
4.5. Концепція крайового ефекту у практичному плануванні – оптимальне впровадження тріади розвитку водних об'єктів 18

5. Інженерна біологія – визначення і значення для тріади ВРД ЄС 21
5.1. Визначення 21
5.2. Інженерно-біологічні методи облаштування та їх значення для тріади ВРД ЄС 22
5.3. Інженерно-біологічні методи облаштування. Інформація про рослинний матеріал 23
5.3.1. Цільова рослинність 23
5.3.2. Введення місцевих чагарникових насаджень відповідно до місцезростання. Значення зонування берегів 24
5.3.3. Верби як біологічний матеріал для інженерно-біологічних методів облаштування 26
5.3.3.1. Загальна інформація 26
5.3.3.2. Інформація про заготівлю, транспортування, зберігання та садіння вербового матеріалу 28
5.4. Обмеження інженерно-біологічного облаштування 28

6. Гідротехнічне будівництво своїми руками. Загальна інформація та презентація обраних методів інженерно-біологічного облаштування 28
6.1. Загальна інформація 28
6.2. Інженерно-біологічні методи облаштування для підтримки самодинамічних процесів 29
6.2.1. Орієнтація відносно течії, гідрологічно ефективна висота споруд 29
6.2.2. Розташування за течією 31
6.2.3. Рекомендації щодо вибору конкретного методу облаштування 31
6.3. Інженерно-біологічні методи берегоукріплення 34
6.3.1. Інженерно-біологічні методи берегоукріплення шляхом керування течією 34
6.3.2. Інженерно-біологічні методи берегоукріплення без керування течією 36
6.3.2.1. Принцип дії 36
6.3.2.2. Важливі критерії вибору методу облаштування 37
6.3.2.3. Приклад із практики 41
6.3.2.4. Етапи догляду 44
6.3.2.5. Примітки до профілів у додатку 45

7. Інструменти водного права для розвитку водних об'єктів у Німеччині та в Україні 45

Глосарій 56
Список використаних джерел 61
Додаток 65

UfU Independent Institute for Environmental Issues

Покажчик рисунків

Рисунок 1: Схематичне зображення розташування та протяжності коридору розвитку 17
Рисунок 2: Не завжди все вдається: пошук розумних компромісів для територіальних потреб самодинамічних процесів 18
Рисунок 3: Принцип дії концепції крайового ефекту 19
Рисунок 4: Поперечний розріз зонування берегів водотоку 25
Рисунок 5: Верба як донор біологічного матеріалу для облаштування, із позначенням категорій 27
Рисунок 6: Вплив орієнтації та висоти бун на схему течії 30
Рисунок 7: Можливе розташування бун у водотоках, які у природному стані мали б незначну та правильну кривизну русла 31
Рисунок 8: Часова послідовність можливих сценаріїв розвитку раніше спрямленого водотоку, розвиток якого ініційовано спорудами типу бун 32
Рисунок 9: Типовий варіант технологічної карти (поперечний переріз і план) решітчастої буни з опорами, повністю виготовленої з небіологічних матеріалів 33
Рисунок 10: Можливі сценарії розвитку, ініційовані решітчастою буною з опорами 34
Рисунок 11: До поняття гідравлічно ефективної довжини 35
Рисунок 12: Принцип берегоукріплення шляхом керування течією за допомогою конструкцій типу напівзагат (бун) 35
Рисунок 13: Вплив паводка на береговий матеріал без деревної рослинності 36
Рисунок 14: Вплив паводка на береговий матеріал із деревною рослинністю 36
Рисунок 15: Зниження пропускної спроможності русла через прибережні дерева у профілі водотоку в залежності від цільової рослинності та ширини русла 37
Рисунок 16: Класифікація методів облаштування відразу після завершення з точки зору ступеня ерозійного ризику на початковій стадії та тривалості цієї стадії 40
Рисунок 17: Поздовжній профіль ухилу Роди та її приток (поверхневий водний об'єкт Рода) 41
Рисунок 18: Вистилання вербовим хмизом з укріпленням основи схилу в місцевості Лаасдорф, незадовго до завершення 20 квітня 2013 року 42
Рисунок 19: Ситуація з паводком на Роді біля Лаасдорфа 31 травня 2013 року о 8:00 год. 43
Рисунок 20: Стан схилу, вистеленого вербовим хмизом, 05.06.2013 року о 9:00 год. після проходження двох хвиль паводка 31.05.2013 р. та 03.06.2013 р. 43

Покажчик таблиць

Таблиця 1: Приклад оцінки коридору розвитку водотока відповідно до типу для двох типів водних об'єктів 16
Таблиця 2: Поперечний розріз зонування рослинності водотоку 25

Резюме

У монографії *«Тріада Водної рамкової директиви: самодинаміка – її ініціювання, контроль, зупинка – і впровадження цих процесів за допомогою інженерно-біологічних методів»* надається інформація про важливість розвитку водотоків через ініціювання, контроль і зупинки самодинаміки річок для досягнення доброго екологічного стану в контексті ВРД ЄС. Представлені інженерно-біологічні методи облаштування (загальна інформація, обмеження і приклади застосування для берегоукріплення та самодинамічних процесів) та їх значення для тріади ВРД ЄС. Це методи будівництва, які використовують рослини як будівельний матеріал і за допомогою яких можна не тільки ініціювати самодинамічні процеси, але й зупиняти їх у разі необхідності природним та ресурсозберігаючим способом. Крім того, наведений огляд інструментів водного права для розвитку (шляхом самодинаміки) водних об'єктів у Німеччині та Україні з метою подальшого вдосконалення інтегрованого управління водними ресурсами малих і середніх річок в Україні за басейновим принципом згідно з вимогами ВРД ЄС з урахуванням досвіду Німеччини.

Abstract

The monograph "The triad of the Water Framework Directive: Initiating, controlling, stopping self dynamics – implementation with bioengineering construction methods" provides information on the importance of watercourse development through the initiation, control and stopping of river self-dynamics for achieving a good ecological status in the context of the Water Framework of the European Union. Bioengineering techniques are presented (general information, limitations and examples of application for bank revetment and self-dynamic processes) together with their importance for the triad of the Water Framework Directive. These are construction methods that use plants as building material and which can not only initiate self-dynamic processes but also stop them if necessary in a natural and resource-saving way. In addition, an overview of water law instruments for the development (by self-dynamics) of water bodies in Germany and Ukraine is given in order to further improve the integrated water resources management of small and medium-sized rivers in Ukraine on the basin principle in accordance with the requirements of the Water Framework Directive, taking into account the experience of Germany.

Передмова

Починаючи з 2014 року, коли Україна підписала Угоду про асоціацію з ЄС, перед країною з'явилися значні можливості впровадження якісно нових стандартів з управління водними ресурсами за басейновим принципом. Одним з головних зобов'язань України щодо водних ресурсів є дотримання вимог Водної рамкової директиви ЄС (ВРД ЄС), головною метою якої є досягнення / підтримання доброго екологічного стану вод. З урахуванням цього, останні вісім років в рамках своїх зобов'язань Україна проводить необхідні заходи з впровадження європейських принципів і гарних практик у галузі управління водними ресурсами для досягнення належного екологічно-орієнтованого управління в районах річкових басейнів.

Стратегічними напрямками для досягнення / підтримання доброго стану вод є розробка, прийняття та виконання планів управління районами річкових басейнів і впровадження державного моніторингу вод за європейськими стандартами. Плани управління повинні містити програми заходів, які відображують необхідність дій, потрібних для приведення вод у відповідному водозбірному басейні річки до доброго стану. Важливим полем діяльності тут є покращення структури водного тіла (масиву поверхневих вод) шляхом майже природного розвитку водного об'єкту, наприклад, за допомогою «програм ренатуралізації».

На сьогодні в Україні налічується приблизно 63 тисячі річок і струмків, з яких не менше 60 тисяч (або 93 %) – це струмки і малі річки, які мають довжину менше 10 км. Нажаль саме малі річки і струмки зазнали найбільшого негативного впливу господарської діяльності у всіх регіонах країни, у тому числі величезних водогосподарських перетворень гідроморфологічних характеристик. На фоні глобальних змін клімату значне антропогенне навантаження стало головною причиною деградації та різкого погіршення екологічного стану річок України і призвело до незворотних негативних змін у водних екосистемах багатьох малих і середніх річок. Ситуацію погіршує поки що прогалина у законодавстві щодо відновлення та підтримання природнього (доброго) стану водних об'єктів, відсутність сучасних нормативно-методичних інструментів, програм і проектів, а також недостатнє розуміння ролі місцевих органів влади і громадськості у прийнятті рішень стосовно природного розвитку річок. Слід зазначити, що ще однією важливою причиною низької активності впровадження проєктів з відновлення наближеного до природного розвитку річок є їх висока вартість. Крім того, враховуючи можливий вплив наслідків військових дій, пов'язаний з ймовірним дефіцитом фінансування в умовах післявоєнного періоду, варто обирати найбільш економічно вигідні, але водночас найбільш «природні» проекти відновлення наближеного до природного стану річок та ті проєкти, які засновані на методах інженерно-біологічного будівництва.

Саме тому цей посібник був розроблений на базі таких методів з урахуванням багаторічного практичного досвіду Німеччини в управлінні й відновленні природного стану річок. Посібник буде корисний для студентів, науковців, фахівців і експертів у галузях гідроекології, гідрології та управління водними екосистемами, землеустрою та гідротехнічного будівництва, авторів проектів ренатуралізації річок, органів влади, місцевого самоврядування та громадськості.

Наостанок хочемо повідомити всім читачам, що в цьому посібнику представлені німецькі терміни і поняття, з яких ще не всі використовуються в Україні. Тому в цьому посібнику також вводяться деякі нові для української мови терміни.

Сподіваюся, що вони почерпнуть із посібника багато ідей щодо розвитку наших річок.

Олег ГРИБ
кандидат географічних наук, доцент кафедри гідроекології та водних досліджень
Одеського державного екологічного університету

1. Вступ

Людина може максимально вижити

1. три хвилини без кисню,
2. три дні без води,
3. три тижні без їжі

за умови, якщо інші ресурси, потрібні їй у цей час, не обмежено та всі ресурси загалом є достатньо якісними і доступними. Отже, наявність води належної якості та в достатній кількості має першорядне значення для виживання людини. Вода однозначно важливіша, ніж забезпечення сільськогосподарською продукцією.

За допомогою Водної рамкової директиви ЄС (ВРД ЄС) у Європі було створено правову базу, яка належно враховує вищенаведений факт. Метою цієї директиви є захист водних ресурсів і, таким чином, захист людини.

Людина може вживати лише прісну воду. Як корисний ресурс прісна вода всередині країн Європи зустрічається в якості підземних або ж поверхневих вод. Поверхневі води бувають проточні або стоячі.

У центрі уваги цього посібника – проточні води. Основна увага зосереджена на природних водотоках, штучні або значно змінені розглядатимемо лише побіжно. Незалежно від цього обмеження, є багато причин звертати особливу увагу на проточні води, розглядаючи весь ландшафт або регіон: проточні води перетинають ландшафт як життєво важливі артерії, зазвичай живлять стоячі водойми або ж перетинають їх. У той же час проточні водні об'єкти входять у значну кількість інтересів користування – дуже часто суперечливих. В періоди малої кількості опадів проточні води можуть урівноважувати водний баланс місцевості, а під час великої кількості опадів разом із супутніми заплавами природно зменшувати наслідки затоплення. Можливі також взаємовпливи між проточними та підземними водами.

З огляду на те, що вода – це перш за все також і продукт харчування, важливою метою ВРД ЄС є забезпечення кожного громадянина Європи водою належної якості також і в майбутньому. Для цього природні проточні води необхідно привести в добрий екологічний стан.

Важлива передумова для досягнення доброго екологічного стану така: ці річки повинні мати неушкоджені гідроморфологічні взаємозв'язки – між стоком, транспортуванням наносів і структурою водних екосистем – на які люди впливають лише незначною мірою. Це так звані майже природні води з неушкодженою структурою водних екосистем. Ця структура у природних проточних водних об'єктах в усій Європі має значні недоліки. Тому для досягнення доброго екологічного стану необхідно «відновити» такі водотоки до стану, достатньо наближеного до природного.

З цією метою в наступних розділах спершу ще раз детальніше розглядаємо взаємозв'язок між цілями управління, класифікацією доброго екологічного стану та вимогами до морфології водних об'єктів. Коротко представимо інструмент для типізації вод, який є важливим для імплементації ВРД ЄС.

На основі цього покажемо, як можна пробудити і підтримати сили самовідновлення природи, щоб мати змогу відновити цілісні структури водних екосистем. Ці сили самовідновлення також можна назвати терміном «самодинаміка». Коротко представимо важливі рамкові та граничні умови для цього та як їх включати у практичне планування.

Не всюди можна дозволити цим силам самовідновлення діяти довільно. Тому в посібнику представлено методи облаштування, які використовують рослини в якості робочого матеріалу і за допомогою яких можна не тільки ініціювати такі процеси самовідновлення, а й зупинити їх у разі потреби ресурсозберігаючим і наближеним до природного чином. Це так звані «інженерно-біологічні методи облаштування». Показано, які рамкові та граничні умови необхідно враховувати у виборі методу облаштування, відповідного до конкретного місця. Дано вказівки, як за потреби слід доглядати за рослинністю, що утворилася внаслідок застосування цих методів облаштування. Як приклади практичного використання наведемо три методи зупинки самодинамічних процесів (див. профілі у додатку до цього посібника).

Як показує досвід, лише знання правових взаємозв'язків дає змогу конструктивно працювати з виконавчою владою, уникати юридичних конфліктів або ж знаходити розумні рішення проблем. В останньому розділі розглядаються правові інструменти, які існують у Федеративній Республіці Німеччина у зв'язку зі створенням структур водних екосистем, наближених до природних. Ці інструменти порівнюються з існуючими українськими інструментами як заявка – що саме можна і варто було би враховувати під час імплементації ВРД ЄС в українське право.

2. Розвиток водних об'єктів – що це таке?

Термін «розвиток» описує процес. Кожен процес починається з початкової точки – звідси стартує розвиток. Сам термін нічого не говорить про кінцеву точку розвитку, тобто про його мету.

Говорячи про розвиток водних об'єктів, сучасне водне господарство вважає метою водний об'єкт із гідроморфологічними взаємозв'язками, максимально наближеними до природних. Під цим розуміють таку взаємодію між стоком, транспортуванням наносів і структурою водного об'єкта, на яку людина впливає лише незначною мірою. Бажаним результатом цієї взаємодії є структура водного об'єкта, максимально наближена до природної. Та її не слід розуміти як щось незмінне, бо для водотоків, наближених до природного стану, типова також і динаміка, наближена до природної. Разом із цією динамікою з часом змінюються і структури водного об'єкта, наближені до природних (див. розділ 4).

В результаті такого розвитку водного об'єкта було б ідеально досягти гідроморфологічних взаємозв'язків, відповідних до системи, яку можливо знайти в потенційно природному стані. Потенційно природний стан – це той стан, який виник би, якби більше не було забруднень, спричинених людиною (техногенних стресів), а панували б природні умови. Розуміння потенційно природного стану є дуже об'ємним і включає, напр., і локальний біоценоз водотоку та його заплав, і стан хімічного забруднення. У мові ВРД потенційно природному стану відповідає термін «референційний стан» або використовується термін «референційні умови». Там він означає дуже добрий екологічний стан.

Якщо розглядають лише гідроморфологічні особливості, то говорять про потенційно природний стан водних об'єктів. Це слід розуміти як цілісний, типовий для природного середовища водотік із природною динамікою русла та заплави, яка настала б у тривалій перспективі за сталих кліматичних умов, коли збудовані споруди були б вилучені та зникли б усі види користування водним об'єктом та біля нього.

Насправді у наших антропогенно змінених водних ландшафтах цей стан дуже рідко можна зустріти чи відновити. Термін «розвиток водних об'єктів» означає насамперед лише те, що, виходячи з фактичного стану водотоків (відмінного від природного) людина намагається потрохи наближатися до цього їхнього бажаного стану. Ступінь наближення до цільового стану цим терміном не визначається. Наступні розділи свідчать: для вираження обсягу такого наближення саме у ВРД ЄС створено відповідні критерії через визначення цілей користування.

3. Значення розвитку водних об'єктів у контексті ВРД ЄС

ВРД ЄС визнає такі цілі управління для водотоків або для їхніх однорідних і значущих ділянок:

- для природних водних об'єктів: «добрий екологічний стан» та «добрий хімічний стан». Якщо як екологічний, так і хімічний стан водотоку є добрими, говорять про «добрий стан».

- для так званих сильно модифікованих і штучних водних об'єктів: «добрий екологічний потенціал» і «добрий хімічний стан». Тут немає поняття, яке описує стан, якщо як екологічний потенціал, так і хімічний стан є добрими.

Коли у подальшому йтиме мова про водні об'єкти, то це може стосуватися як усього водотоку (від джерела до гирла), так і однорідних і значущих його ділянок.

Штучні проточні водні об'єкти – це водотоки, створені людьми там, де їх раніше не було. Водотоки, русло яких зазнало великомасштабних переміщень, не вважаються штучними.

Істотно змінені водотоки були фізично змінені людиною значною мірою. Ці зміни впливають на гідроморфологічні взаємозв'язки і, таким чином, на структуру водних екосистем, тому, згідно з поточними оцінками, для цих водних об'єктів неможливо досягти доброго екологічного стану. Тут місце доброго екологічного стану заступає добрий екологічний потенціал як менш сувора ціль користування.

До теми істотно змінених водотоків

Постійно трапляються намагання різних груп інтересів постулювати існування «істотно змінених водних об'єктів» як інструмент для власних потреб. Це переслідує мету мінімізувати ступінь залучення ВРД ЄС до них або й узагалі оспорити це залучення. При цьому випускають з уваги, що вимоги визнати водний об'єкт як істотно змінений необхідно обмежувати. Визнаються лише спричинені людьми зміни, які неможливо скасувати остаточно або частково. Сюди входять, серед іншого, такі причини:

- зміни все ще необхідні сьогодні для збереження користування,
- вилучити їх технічно неможливо або
- це пов'язано з надміру великими складнощами.

Зміни, проведені для того, щоб безпечне для машин сільське господарство було можливим поблизу водних об'єктів, безумовно, не належать до таких причин. Але забезпечення достатнього запасу питної води однозначно є такою причиною.

Крім того, слід регулярно перевіряти, чи все ще діє визначення водотоку як «істотно змінений». У цьому контексті потрібно контролювати, чи напр., відповідне водокористування, яке спричинило класифікацію «істотна зміна», все ще продовжується і тому далі перешкоджає впровадженню заходів для досягнення доброго стану. Якщо ситуація змінилася, визначення «істотна зміна» має бути скасовано.

ВРД ЄС вимагає: у випадку, коли вищевказаних цілей користування для водних об'єктів не досягнуто, вживають заходи для досягнення цих цілей (вимога покращення).

Водночас стан таких водотоків не може погіршуватися. Якщо цілі користування були досягнуті, слід також подбати, аби цей стан не погіршився знову (заборона погіршення).

Щоб зробити можливим стале управління водотоками як ресурсом для людства, ВРД ЄС використовує два підходи до моніторингу.

Один із них покладається на хімічний моніторинг. Однак для цього слід знати, які саме речовини потрібно визначити кількісно. Оскільки відповідні речовини часто наявні у слідових концентраціях, але все ж мають біологічну дію, то «хімічний скринінг» зазвичай виключається. Крім того, у кожному хімічному дослідженні відображується лише ситуація конкретної хвилі в момент і на місці відбору проби. Тим не менш, ВРД ЄС визнає хімічний моніторинг, але лише для тих речовин, наявність яких у водах передбачувана, напр., через існування певних скидів або про які відомо на основі минулого досвіду. Тут увага постійно фокусується на забруднювачах або групах забруднювачів, які є токсичними, стійкими та біоакумулятивними, в тій кількості, що викликає занепокоєння.

Через ці особливості хімічного моніторингу ВРД ЄС застосовує другий підхід до моніторингу. Він використовує організми водотоку як біоіндикатори. Вони з часом спроможні інтегрувати вплив довкілля. Для цього проводиться оцінка, чи є локальний біоценоз достатньо наближеним до природного стану, тобто чи відповідає очікуванням, яким би був стан водного об'єкта за умови незначного або відсутнього впливу людини на нього. Тут ВРД ЄС обмежується 4 групами організмів: водні макрозообентоси, риби, водні макроліти / фітобентос і планктонні водорості.

Однак ця стратегія працює, особливо для риб і водних макрозообентосів, лише тоді, коли водотоки мають достатньо природні гідроморфологічні взаємозв'язки, а, отже, і достатньо природну структуру водної екосистеми. У контексті ВРД ЄС використовуються гідроморфологічні компоненти якості. Для проточних водних об'єктів тут діють:

- водний баланс:
  - стік і динаміка стоку,
  - сполучення з підземними водними об'єктами;
- прохідність водного об'єкта;
- морфологічні умови:
  - зміна глибини і ширини,
  - структура і субстрат русла,
  - структура прибережної зони.

Слід зауважити, що для гідроморфологічних компонентів якості наведено не лише критерії, які входять до структурного картування (див. розділ 4.5), але й ті, що разом із критеріями «стік і динаміка стоку» є рушієм розвитку водотоку: якщо прохідність враховує в т.ч. переміщення осадів, то стік і його динаміка істотно визначають структуру водного об'єкта та заплави. Тому в контексті ВРД ЄС структуру водотоку не слід розуміти як щось статичне.

Це чітко показує важливість (наближеного до природного) розвитку в контексті ВРД ЄС: морфологію природніх вод, які не мають доброго екологічного стану та містять недоліки у гідроморфологічних взаємозв'язках і структурі водного об'єкта, слід розвивати доти, поки вони не перестануть обмежувати досягнення доброго екологічного стану.

Морфологію штучних чи значно модифікованих (істотно змінених) водотоків також слід розвивати якомога краще (із врахуванням вагомих обмежень), щоб – за відсутності подальших впливів – локальний біоценоз якомога менше обмежувався водно-структурними дефіцитами. Хоча і для таких водотоків орієнтиром слугують подібні природні водні об'єкти, та локальний біоценоз, який визначає дуже добрий екологічний потенціал, буде менш вимогливим, ніж той, який був би визначальним для дуже доброго екологічного стану подібного природного водного об'єкта. Крім того, цей біоценоз також необхідно визначити з урахуванням відповідних обмежень.

Є багато порушень, які заважають досягти доброго стану чи доброго потенціалу. Найпоширеніше порушення – дефіцити у структурі водотоку, достатньо наближеній до природної. Це робить розвиток водних об'єктів одним із центральних викликів у впровадженні ВРД ЄС. При цьому ступінь розвитку водотоків визначається вимогою досягнення або доброго екологічного стану, або доброго екологічного потенціалу, тобто, зрештою, цілями користування ВРД ЄС.

Типізація водних об'єктів в Німеччині

У принципі, в питанні розвитку водних об'єктів необхідно враховувати їхні індивідуальні властивості.

В реальних умовах, однак, недоцільно розглядати кожен водотік окремо. Щоб усю різноманітність можливо було осягнути на практиці, ВРД ЄС вимагає класифікації водних об'єктів або їх окремих ділянок. При цьому враховується той факт, що характерні, але різні (залежно від природних просторових умов) форми структури та стоку створюють рамкові умови для локального біоценозу. Він же, у свою чергу, важливий для досягнення цілей, тому за відсутності типізації для кожного водотоку слід було б створити окремий стандарт оцінки, тобто визначити, яка градація локального біоценозу відповідала б дуже доброму, а яка – доброму екологічному станові. При цьому повинні були б окремо застосовуватися специфікації згідно з Додатком V ВРД ЄС. Та це було б геть непрактично.

Типізація заснована на потенційно природному стані: водні об'єкти, які через природні просторові умови мають подібні морфологічні, фізико-хімічні, гідрологічні чи біоценотичні характеристики, підсумовуються у «типи».

На основі системи A, описаної в пункті 1.2.1 у Додатку II ВРД ЄС, у Німеччині було розроблено класифікацію відповідно до системи B. Друга версія вже доступна (POTTGIESSER 2018).

Зараз це підтверджується гідроморфологічними профілями (UBA 2014 a). Загалом враховуються, передусім, наступні критерії:

- структура водного об'єкта;
- субстрат дна;
- гідрологічні ознаки;
- фізико-хімічні характеристики води;
- локальний біоценоз.

Між локальним біоценозом і гідроморфологічними взаємозв'язками існує тісна взаємодія. Вона визначає той (завідомо включений у цілі природокористування) ступінь наближення до природного стану, до якого в ідеалі слід прагнути, розробляючи заходи розвитку водних об'єктів.

З цього випливає, що заходи розвитку водотоку під час їхнього планування та реалізації мають бути адаптовані до відповідного типу водотоку. Інакше впроваджувані заходи не дадуть змоги досягти мети управління. Напр., немає сенсу вносити кам'яний матеріал у брилах у водотоки з дрібнозернистими структурами.

Типізація водних об'єктів в Україні

В Україні масиви поверхневих вод (МПВ) визначаються згідно з «Методикою визначення масивів поверхневих та підземних вод» (НАКАЗ Мін.екології та природних ресурсів 2019). До основних критеріїв, з використанням яких визначається тип МПВ, належать: екорегіон, категорія поверхневих вод (річки, озера, перехідні води, прибережні води, штучні або істотно змінені масиви поверхневих вод), типологія, географічні та гідроморфологічні відмінності, зміна екологічного стану, зони (території), які підлягають охороні. Згідно з цією методикою було визначено розміщення районів річкових басейнів (РРБ) у межах екорегіонів. Крім того, з використанням таких показників, як висота і площа водозбору та геологічні породи, для МПВ категорії «річки» здійснено виділення 52 типів: 8 типів для екорегіону 10 Карпати, 5 – для екорегіону 11 Угорська низовина, 14 – для екорегіону 12 Понтійська провінція, 25 – для екорегіону 16 Східні рівнини (див. додаток 6 до методики).

З урахуванням цієї типізації у 2020 році для кожного РРБ на території України проведена ідентифікація типів МПВ. Наприклад, у РРБ річки Дністер було визначено 33 типи МПВ категорії «річки»: 7 типів для екорегіону 10 Карпати, 10 – для екорегіону 12 Понтійська провінція, 16 – для екорегіону 16 Східні рівнини. Слід зазначити, що у РРБ річки Дністер, серед малих річок найбільш поширеним типом МПВ категорії «річки» є тип «мала річка на височині в силікатних породах», а найменш поширеним – «мала річка на височині в вапнякових породах». Всі результати визначення типів МПВ доступні на офіційних сайтах відповідних Басейнових управлінь водних ресурсів Державного агентства водних ресурсів (ДАВР) України.

Зазначимо, що в Україні детальні профілі для кожного з 52 типів МПВ категорії «річки» з інформацією про потенційний природний стан відповідного типу за різноманітними параметрами (тобто про референтні умови), як, наприклад, у Німеччині, ще не складені. Для цього поки що бракує необхідних даних, які мають бути отримані за результатами здійснення державного моніторингу вод за біологічними, фізико-хімічними, хімічними та гідроморфологічними показниками. В Україні часткове виконання зазначеного моніторингу поверхневих вод, який відповідає вимогам ВРД ЄС, розпочалося лише з 1 січня 2019 року (ПОСТАНОВА Кабінету Міністрів України 2018).

4. Самодинаміка

4.1. Самодинамічні процеси як рушій розвитку водних об'єктів

Структури середовищ існування, характерні для типу водного об'єкта, в достатній якості та кількості важливі для того, щоб на основі локального біоценозу можна було визначити, чи добрий екологічний стан.

Як правило, штучно створювати такі системи в такому вигляді недоцільно, нестабільно і дорого. ВРД ЄС вимагає, щоб цілі користування досягалися якомога рентабельніше та стабільно. Тому було б ідеально, якби водний об'єкт міг власними силами керувати своїм розвитком. З економічної точки зору також було б бажано, щоб цей процес потребував небагато планування або щоб водний об'єкт потребував якомога менше планування власного розвитку.

Таке уявлення про те, що сам водний об'єкт відповідає за свій розвиток, неминуче приводить нас до концепції самодинаміки.

4.2. Самодинамічні процеси – що це означає?

На практиці зарекомендувало себе таке визначення: поняття «самодинаміка» описує процеси, за яких водний об'єкт сам по собі формує (відновлює) структури, відповідні до свого типу, під дією сили проточної води і пов'язаних із цим донних переміщень або й зміщення самого дна і берегів чи перешкоджає їхній деградації.

У водних об'єктах із гравійним дном деградація означає заповнення гравійних проміжків дрібним матеріалом – тобто втрату екологічної якості важливих елементів дна русла як середовища існування гідробіонтів.

Тому самодинамічні процеси необхідні для розвитку водних об'єктів, наближених до природних. За своєю природою вони є ерозійними процесами.

У наведеному вище визначенні поняття «самодинаміка» відображено два типи самодинамічних процесів:

1. Самодинамічні процеси, що супроводжуються боковими зміщеннями.
2. Самодинамічні процеси, які майже не пов'язані з боковими зміщеннями, а характеризуються зміною структур дна і процесами донних переміщень.

Виклад не претендує на повноту, а призначений лише для розгляду основних характеристик.

Самодинамічні процеси, що супроводжуються боковими зміщеннями

Оскільки водні об'єкти, морфологічно деградовані через людську діяльність, здебільшого були також і випрямлені, то внаслідок процесів самодинаміки може повернутись їхній природний ступінь звивистості (меандрування). Рушієм таких самодинамічних процесів є, зокрема, паводки достатньої частоти, які спричинюють, як мінімум, повну витрату води. Особливо інтенсивний вплив можуть мати так звані катастрофічні повені, які пов'язані з витратами значно більшими, ніж пропускна здатність русла. Однак густа лісистість уздовж берегів, особливо на невеликих річках, може значно сповільнити такі зміщення або навіть запобігти їм протягом тривалих періодів часу.

У потенційно наближеному до природного стані за середнього рівня води водотоки зазвичай мають значно більшу ширину, ніж в антропогенно зміненому стані, і здебільшого менш глибоко врізані в рельєф. За відновлення природного меандрування русла часто стають плоскішими і водночас ширшими. Можуть виникати структури середовищ існування достатньої якості та кількості, характерні для типу водного об'єкта.

Самодинамічні процеси, майже не пов'язані з боковими зміщеннями

В тій же мірі, наскільки водотоки відновлюють свою природну звивистість та ширину, зро-

стають, наприклад, варіативність глибини та різноманітність субстрату. Мертва деревина у водному об'єкті може підтримувати формування таких структур.

Природні зміни витрат води протягом року супроводжуються зміною швидкостей течії. Це може призвести до перерозподілу донних наносів та до змін варіативності глибини та різноманітності субстрату, відповідних до типу водного об'єкта. У водних об'єктах із гравійним дном попереджається деградація важливих структур дна. Загалом структуру відкладів буде збережено.

Ці процеси та їхні екологічні наслідки не залежать від бокових зміщень. Навіть якщо стан водного об'єкта потенційно наближений до природного, ці процеси будуть виражені по-різному залежно від типу водотоку.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що для самодинамічних процесів можна виділити в основному дві сфери впливу:

1. «Самовідновлення» деградованих водотоків переважно за рахунок бокових зміщень.
2. Після самовідновлення «підтримка динаміки» внаслідок донних переміщень.

У випадку ідеального розвитку водотоку через самодинамічні процеси процес 1 створює передумови для процесу 2.

Увага

- Процес 1 в основному ніколи не зупиняється, дуже інтенсивні повені викликають (повторні) зміщення русла. Однак, досягнувши природного розвитку русла та ширини водотоку, відповідної до його типу, він відступає перед процесом 2.
- Сам по собі процес 2 не може створити морфологічно повноцінні заплавні структури.
- Перехід від процесу 1 до процесу 2, ймовірно, залежний від типу водотоку.
- Розвиток водотоку із втручанням екскаватора успішний, як правило, лише в тому випадку, якщо створені передумови для здійснення процесів 1 і 2.

4.3. Самодинамічні процеси: як спланувати те, що неможливо планувати – мистецтво вчитися у водотоку

Самодинамічні процеси в основному є

- комплексними,
- випадковими,
- сформованими окремими подіями,

а стохастичний прояв динаміки русла, її місця і часу спланувати неможливо. На додаток до катастрофічних повеней мертва деревина – особливо в невеликих водотоках – здається, має значний вплив як на напрямок переміщень, так і на інтенсивність процесу. Крім того, спостереження показують, що, аби сприяти самодинамічним процесам, течія води має бути турбулентною.

Тому не дивно, що в даний час не існує детермінованої моделі, яка передбачала б результати самодинамічних процесів досить точно з точки зору інтенсивності та масштабу. Такі моделі повинні поєднувати гідравлічну 3D-модель з 3D-моделлю транспортування наносів.

За межами існуючих модельних підходів теж можливі хіба що приблизні оцінки.

Тож яким чином практикуючим фахівцям планувати розвиток водного об'єкта з використанням самодинамічних процесів, якщо математичні моделі недоступні або дають недостатні результати?

Рішення: із простого порівняння водотоків стає зрозуміло, що існує ряд чинників, які ускладнюють самодинамічні процеси або роблять їх практично неможливими. Перший етап – розпізнати ці чинники. Для цього слід уважно розглянути і порівняти водотоки в цілому (так би мовити, від витоку до гирла) за різних ситуацій стоку. Цей крок не вимагає жодного математичного моделювання – лише знань про те, як гідроморфологічні взаємозв'язки водного об'єкта реагують на зовнішні впливи.

На другому етапі ці чинники слід усунути або максимально звести до мінімуму відповідно до існуючих рамкових та граничних умов. Таким чином мають бути створені передумови для найбільш оптимального перебігу само-

динамічних процесів. Навіть якщо вдасться мінімізувати ці чинники та змінити рамкові й граничні умови оптимально, слід врахувати, що деякі типи водних об'єктів розвиваються не дуже активно. Однак, чим менше вдасться оптимізувати рамкові та граничні умови, тим довше може тривати зміна водного об'єкта внаслідок самодинамічних процесів.

Що стосується самодинамічних процесів типу 1, то, як правило, повинно бути достатньо простору для їхнього розвитку. До того ж, потрібно запастися значною кількістю терпіння (зазвичай вимірюється роками).

Щодо іншого, то процесу 1 сприяє відсутність таких недоліків (більш детально про них буде далі):

- укріплення берегів, технічне або біологічне;
- укріплення дна;
- (повне) випрямлення;
- неприродно поглиблене дно;
- неприродне антропогенне внесення дрібних фракцій;
- порушене транспортування наносів;
- відсутність прибережної чагарникової рослинності, відповідної до місцезростання, із природною щільністю росту та віковою структурою;
- брак мертвої деревини у водному об'єкті;
- поперечні гідроспоруди;
- значна антропогенна зміна динаміки стоку.

Укріплення берегів, технічне або біологічне

Ерозійні процеси, що призводять до бокових зміщень, руйнують береги. Особливо значними ерозійні процеси є на підводній частині схилу. Якщо береги укріплені, то ерозійна сила паводкової хвилі впливу не має. Технічно укріплення може відбуватися, напр., за допомогою кам'яних брил, підпірної стінки або габіонів. Можна дуже ефективно захищати береги (зокрема, невеликих водних об'єктів), використовуючи прибережну чагарникову рослинність. Особливо добре вдається це робити чорною вільхою (*Alnus glutinosa*), якщо її садити досить щільно уздовж лінії середнього рівня води – коріння стабілізує підводні укоси. У цьому випадку маємо справу з біологічним укріпленням берегів. На цьому принципі базуються окремі форми інженерно-біологічного берегоукріплення (див. розділ 6.3.2.1).

Там, де ерозійні процеси в зоні берега є бажаними, необхідно видалити укріплення повністю або принаймні на достатній довжині потоку, а береги оголити. Дернину також потрібно видалити.

Укріплення дна

Дно може бути укріпленим – напр., вимощена велика його площа. Таке укріплення часто закриває й основу схилу нижче лінії рівня води. Оскільки ерозійні сили можуть бути особливо сильними саме там, то таке укріплення дна дуже ефективно захищає берегові схили (див. вище) і таким чином запобігає боковому зміщенню водотоку. Елементи укріплення потрібно зняти, принаймні біля підводних частин схилу. Повне видалення можливе, якщо це не спровокує донну ерозію.

(Повне) випрямлення

Для бокового зміщення водотоку сила паводкової хвилі повинна бути спрямована до берегів, які підлягають розмиванню. Повністю спрямлені водні об'єкти, так би мовити, скеровують течію повз береги. У таких водотоках, можливо, доведеться використовувати дефлектори потоку (напівзагати).

Неприродно поглиблене дно

У потенційно природному стані більшість типів водотоків мають широкий і мілкий поперечний переріз. В антропогенно змінених водних об'єктах дно є неприродно глибоким відносно бровки схилу. Зазвичай це наслідок донної ерозії, вплив якої може посилюватися додатковим дефіцитом донних наносів. У таких поглиблених водотоках навіть повні наповнення, напр. під час паводків, які трапляються рідко, все одно можуть відбуватися ще у профілі русла. Однак частота і тривалість повних наповнень мають істотне значення для схильності водотоку розвивати власну динаміку. Що глибший водотік, то менша частота його повних наповнень і, як наслідок, схильність до самодинамічного розвитку. Підйом дна, напр., у результаті залишення мертвої деревини у руслі може протидіяти цьому.

Неприродне антропогенне внесення дрібних фракцій

Може призвести до «злежування» у водотоках із гравійним дном. Ерозійні процеси в основі підводних частин схилу ускладнюються. Надходження у водотік можна звести до мінімуму за допомогою достатньо широких берегових смуг без орного використання та/або запобігання чи мінімізації скидання дрібного матеріалу з полів.

Порушене транспортування наносів

Видобуток відкладів, скажімо, в якості будівельного матеріалу або в результаті розчищення русел водотоків від наносів чи існування заплавних споруд, які діють як уловлювачі відкладів (затримка наносів!), порушують транспортування відкладів і призводять до дефіциту наносів нижче точки видобутку чи греблі. Це може викликати донну ерозію. Сильно поглиблені водотоки розвиваються мляво. На відкритих ділянках водотоків, як правило, слід уникати розчищення від наносів. У разі необхідності розчищення наноси слід повернути у водотік у придатне для цього місце нижче очищеної ділянки. Греблі, які більше не потрібні, слід демонтувати або зробити проникними для транспортування наносів. Відклади, які осідають у (все ще потрібних) заплавних спорудах і які час від часу потрібно звідти видаляти, слід повертати у водний об'єкт у відповідному місці нижче греблі (запроваджувати депо наносів). Треба запобігати незаконному видобутку відкладів.

Відсутність відповідної місцезростанню прибережної чагарникової рослинності із природною щільністю росту та віковою структурою

У принципі, для самодинамічних процесів з боковим зміщенням, з одного боку, вигідно, якщо в місцях, на які повинні діяти сили потоку, взагалі немає прибережної рослинності, бо скріплення ґрунту коренями стабілізує схили (див. розділ 6.3.2.1). За активної самодинаміки навіть рекомендовано видалити на відповідних берегах не лише дерева та кущі, а й дернину. З іншого боку, прибережна чагарникова рослинність зазвичай супроводжує природний водотік. Якщо прибережні чагарники не видаляються постійно там, де повинні відбуватися самодинамічні процеси, то принаймні слід подбати, щоб ця рослинність не виявилася неприродно близько до краю водотоку, як це характерно для галереєподібних чагарникових смуг задля оптимального забезпечення поживними речовинами, водою та світлом.

Брак мертвої деревини у водному об'єкті

Достатній обсяг мертвої деревини може спрямувати течію на береги і там сприяти ерозійним процесам. Мертва деревина також може привести до утримання відкладів на дні поглиблених водних об'єктів, так що з часом воно піднімається майже природним чином. Чим менше неприродне поглиблення водотоку, тим більше він розвивається. На відкритих ділянках мертва деревина (якщо вона потрапила у водотік природним чином) залишає водотік лише у виняткових випадках.

Поперечні гідроспоруди

Поперечні гідроспоруди можуть стримувати утворення відкладів і таким чином негативно впливати на транспортування наносів (див. пункт Порушене транспортування наносів). Ділянка підпору вище від споруди може, крім того, призвести до уповільнення швидкості потоку, і це зменшує його ерозійну силу. І нарешті, в зоні поперечних гідроспоруд береги зазвичай міцно укріплені, таким чином поперечні споруди забезпечують там захист берегів (див. розділ Укріплення берегів). Якщо такі поперечні конструкції більше не потрібні, слід відповідно розглянути демонтаж або перебудову (наприклад, у підошву, тобто пандус підошви з невеликим нахилом).

Значна антропогенна зміна динаміки стоку

Заплавні споруди для утримання води мають ефект вирівнювання витрат та перекриття пікових витрат. Це істотно змінює природну динаміку стоку. Однак, ерозійні процеси, що призводять до бокового зміщення водотоків, потребують підвищених витрат. Тому акумуляційними водосховищами необхідно динамічно керувати. У випадках повені має бути забезпечена можливість принаймні повного наповнення русла нижче заплавних споруд. Якщо ці споруди більше не потрібні, слід зробити все можливе, щоб їх демонтувати або, принаймні, зробити достатньо великий водовипуск чи отвір у бар'єрній конструкції.

Надмірний забір води має ефект, подібний до описаного впливу гребель. Якщо забір обслуговує приватні цілі, слід обмежити дозволи на нього.

Розвитку середовищ існування, специфічних для конкретного типу водного об'єкта, під час процесу 2 сприяє, перш за все, відсутність таких недоліків:

- ширина потоку погіршала порівняно з потенційно природним станом;
- звивистість погіршала у порівнянні з потенційно природним станом;
- антропогенний кольматаж;
- порушене транспортування наносів;
- порушення витрат;
- недостатня кількість мертвої деревини;
- укріплення дна.

Споруди типу бун, а також так звані камені-перешкоди, можуть сприяти розвитку самодинамічних процесів на дні. Однак важливо, щоб ці елементи облаштування відповідали типу водного об'єкта. У суто органічному водотоці без гравійного дна слід відмовитися від, напр., каменів-перешкод.

Усе це робить очевидною перевагу самодинамічних процесів над іншими заходами розвитку водотоків. Якщо вдається достатньо оптимізувати рамкові та граничні умови, то природа бере на себе планування та виконання майже природного перетворення водотоку. Отже, відмінність від традиційного планування полягає не в тому, щоб передбачити дизайн кінцевого продукту, а в оптимізації рамкових умов, аби певний процес міг відбуватися якомога краще.

Рекомендовано спостерігати за процесом, щоб мати можливість за потреби ввести корективи. Однак це вимагає від відповідальних осіб мислення процесами. Мислення результатами, тобто локально і «у зв'язці з будмайданчиком», як це часто можна спостерігати у класичному водному будівництві, здебільшого не приведе до мети.

4.4. Тріада ВРД ЄС: самодинамічні процеси – ініціювання, контроль і зупинка

Із розгляду процесів 1 і 2 (див. розділ 4.2) випливає, що вони пов'язані з більшою потребою в території порівняно з деградованими водотоками. Це цілком очевидно для процесу 1. А процес 2 може формувати у профілі водотоку структури, відповідні до їх типу. І це відбувається тим краще, чим більше фактична ширина потоку (разом із потенційно природним меандруванням), що також відповідає типові водотоку. Тому ефективне застосування процесу 2 теж вимагає простору.

На практиці спершу достатньо розглянути територіальні вимоги процесу 1, оскільки він створює передумови для найбільш ефективної реалізації процесу 2.

Самодинамічні процеси з боковим зміщенням вимагають достатньо простору для коридору розвитку поблизу русла водотоку. Необхідна ширина цього коридору залежить від типу водного об'єкта.

Приблизна оцінка для деяких типів водних об'єктів у Німеччині наведена нижче в таблиці 1:

Тип водного об'єкта	Ширина дна до змін [м]	Потенційно природна ширина дна за середніх витрат води [м]	Потенційний ступінь природного меандрування	Відношення потенційно природної ширини русла до ширини коридору розвитку	Ширина коридору розвитку водного об'єкта відповідно до типу [м]
Тип 7: Карбонатні водотоки в горах середньої висоти (кам'яні породи)			1,25- 2	1:3 – 1:10	
	1	3			9-30
	3	9			27-90
Тип 9.1: Карбонатні водотоки у горах середньої висоти (дрібні та кам'яні породи)			1,25-2	1:3 – 1:10	
	10	30			90-300
	20	60			180-600

Таблиця 1: Приклад оцінки коридору розвитку водотока відповідно до типу для двох типів водних об'єктів. В основі типу 9.1 лежить розвиток річки з гравійним дном (корінна порода), а типу 7 – з черепашковим вапняком. (Джерело: планувальне бюро Koenzen 2010, від TLUG 2011, змінено)

Відповідно до цього існують різні діапазони коливань потенційно природного ступеня меандрування для окремих типів водних об'єктів. Внаслідок цього можна також припустити, що ширина коридору розвитку теж дуже варіативна. У таблиці 1 наведено як нижнє, так і верхнє співвідношення. Для заданої ширини русла останній стовпець подає нижню та верхню ширину коридору. В ході самодинамічних процесів такий діапазон ширини у принципі дає змогу створити комплекс структур, із яким можна досягти доброго екологічного стану. Як орієнтир рекомендовано використовувати верхній показник, оскільки мінімальний треба розуміти як відповідну до типу нижню межу для досить коротких ділянок потоку.

Коридор розвитку охоплює територію, яка в майбутньому має бути доступна для самодинамічних процесів. На ділянках із забудовою та цінними інфраструктурними об'єктами, як правило, неможливо виділити такий коридор. З іншого боку, сільськогосподарське використання не перешкоджає виділенню коридору розвитку. Воно у принципі можливе на всіх ділянках, які водний об'єкт ще не зайняв. Однак праворуч і ліворуч від водотоку має бути виділена прибережна смуга, вільна від будь-якого користування, яка слугує буфером між водотоком та сільгоспугіддями. Це iw є складова частина коридору розвитку. Для водотоків шириною приблизно 5 м за середнього рівня води така смуга повинна мати ширину не менше 30 м і бути вільною від будь-якого користування. Якщо водний об'єкт має більшу ширину, то слід виділяти ширші смуги місцевості відповідно для ширшого коридору (див. розділ 7). Ситуація проілюстрована на рисунку 1.

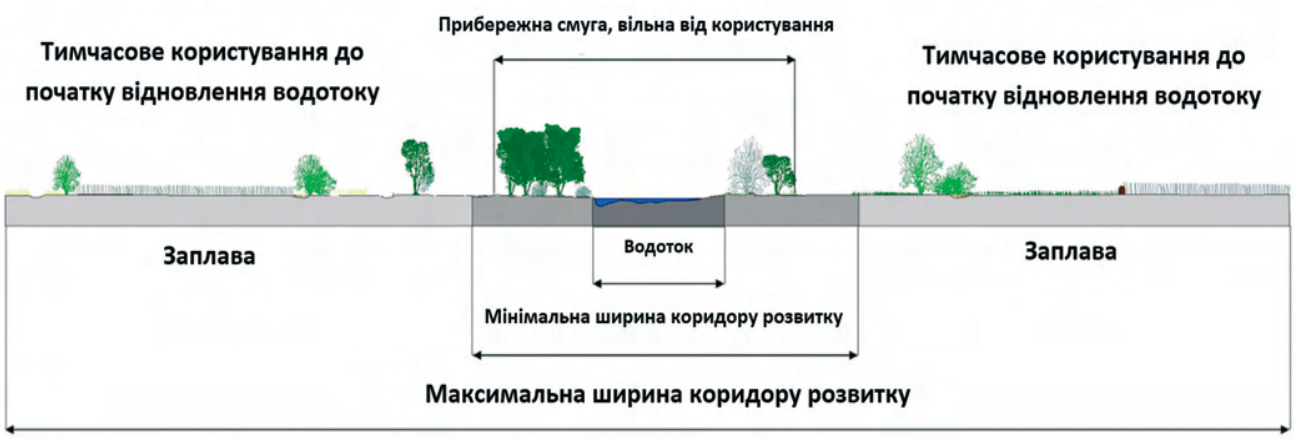


Рисунок 1: Схематичне зображення розташування та протяжності коридору розвитку. (Джерело: Планувальне бюро Koenzen 2010, від TLUG 2011)

Якщо передумови добрі, самодинамічні процеси в ідеалі починаються самі собою. В іншому випадку їх слід запустити, тобто ініціювати.

Водний об'єкт навіть за досить широкого коридору розвитку може зміщуватися до його меж. Крім того, не завжди вдасться виділити такий коридор в ідеально типовому вигляді за всією протяжністю русла. Завдяки важливим інфраструктурним об'єктам (очисні споруди!) може, напр., існувати необхідність виділити для водотоку на певній ділянці вужчий коридор (див. рисунок 2). У таких випадках може знадобитися перенаправлення динамічних процесів до меж коридору розвитку, тобто керувати ними. Якщо у крайніх випадках не вистачає площі для самодинамічних процесів, їх слід припинити.

Та якщо водоток ще не досить широкий, то все ж існує можливість сприяти самодинамічним процесам, які будуть відбуватися виключно на дні актуального профілю. Це можна розуміти як особливу форму управління самодинамічними процесами.

Для успішного розвитку водного об'єкта шляхом самодинамічних процесів з метою досягнення доброго екологічного стану необхідно

враховувати існуючі обмеження. У контексті відповідного розвитку водних об'єктів тріада ВРД ЄС виглядає так: «Самодинаміка – ініціювання, управління та зупинка».

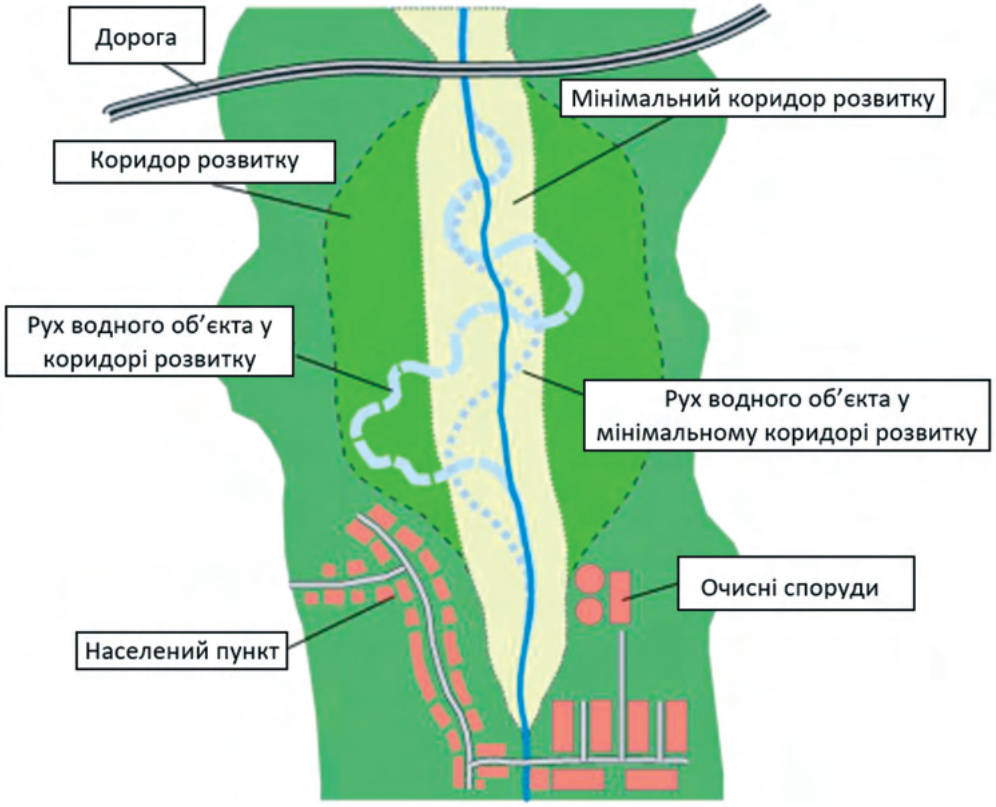


Рисунок 2: Не завжди все вдається: пошук розумних компромісів для територіальних потреб самодинамічних процесів. (Джерело: Планувальне бюро Koenzen 2010, від TLUG 2011)

4.5. Концепція крайового ефекту у практичному плануванні – оптимальне впровадження тріади розвитку водних об'єктів

Ідеальний випадок – відвести коридор розвитку достатньої ширини по всій довжині водного об'єкта – неможливо реалізувати на практиці.

Тут вступає у гру концепція крайового ефекту. Вона ґрунтується на такій ідеї: структурно добра ділянка водотоку (ядро середовища існування (джерело променя)), біоценоз якої перебуває в доброму екологічному стані, має віддалену дію на сусідню ділянку водного об'єкта, сильно порушену структурно (змінене середовище існування, шлях зміненого променя). Без цього позитивного впливу структурний набір зміненого середовища існування не дав би змоги досягти там доброго стану. Однак під дією цього крайового ефекту променя таке стає можливим. Цей ефект може спостерігатися як за течією, так і проти неї.

В той час як ядро (джерело променя) потребувало б досить широкого коридору розвитку, це не є необхідним для зміненого середовища існування. Коридор тут може бути значно менший, можливо, навіть відсутній. (Коротка) ділянка течії між ядром та зміненим середовищем існування може бути навіть ще більш структурно деградованою, ніж змінене середовище існування. Цю ділянку також називають транзитним середовищем існування (наскрізним шляхом променя). Якщо використовувати цю концепцію крайового ефекту променя, то більше не потрібно буде виділяти коридор розвитку вздовж всього русла водотока, а «зберегти» добрі ділянки для коридору розвитку. Достатньо було б чергувати добрі і гірші ділянки водного об'єкта. Цей принцип наочно видно на рисунку 3:

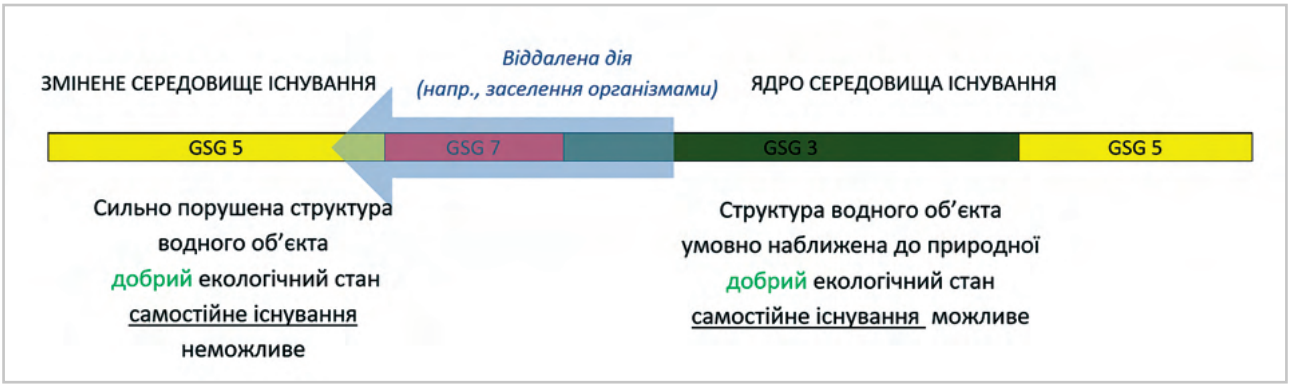


Рисунок 3: Принцип дії концепції крайового ефекту. В цілому віддалені впливи можливі як у напрямку течії, так і проти неї. [GSG (Gewässerstrukturgüteklasse) = структурний розряд (одиниця) водного об'єкта] (Джерело: UBA 2014 b, змінено)

На практиці важливо знайти відповіді на такі питання:

1. На основі яких «вимірювальних змінних/параметрів» можна охарактеризувати змінене і транзитне середовище існування та ядро середовища існування?
2. Якою має бути відстань за течією ядра середовища існування, щоб виконувати свою функцію першоджерела?
3. Якою може бути максимальна довжина транзитного середовища існування?
4. Яким має бути проміжок від зміненого середовища існування до наступного ядра середовища існування достатнього обсягу?

Щодо питання 1:

Вище згадані змінні/параметри можна отримати за допомогою картографування структурних одиниць (GSK). У Федеративній Республіці Німеччина рекомендовано використовувати два методи: так званий «рекомендований метод LAWA (Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser – Державна робоча група з водних ресурсів) для картографування структури водних об'єктів, метод для малих і середніх водотоків» (LAWA 2019 a) і так званий «рекомендований метод LAWA для картографування структури водних об'єктів, метод для середніх і великих водотоків» (LAWA 2019 b). За обома методами водні об'єкти поділяються на ділянки однакової довжини відповідно до визначеної процедури. Довжина ділянок для малих і середніх водотоків зазвичай становить 100 м, для великих – 500 або 1000 м залежно від ширини водотоку. За допомогою стандартизованого набору параметрів на кожній із цих ділянок документується набір структурних властивостей. Для цього проводять обхід водотоку, записують та оцінюють параметри, які дають змогу документувати морфологічний стан водного об'єкта у відтворюваний спосіб. На основі параметрів можна робити висновки про просторові та матеріальні відмінності русла водного об'єкта і його довкілля, оскільки ці відмінності мають гідравлічні, гідроморфологічні та гідробіологічні впливи та є важливими для екологічної функції водного об'єкта і його заплави (UBA 2021). Зафіксована таким чином структура водного об'єкта водночас є мірилом екологічної якості структур водних об'єктів.

Показники параметрів оцінюються для кожної ділянки відповідно до типу водотоку. Мірилом є поточний потенційно природний стан. Відповідно до заздалегідь визначеної методики показники зібраних параметрів зводяться до системи розрядів. У рекомендованих методиках використовується семиступенева система оцінки. (Ступінь 1 – дуже хороший, тобто відповідає референційному стану, ступінь 7 – дуже поганий, повністю змінений).

Картографування структури річок України

Картографування структури (морфологічних умов) річок України може бути здійснено на підставі даних відповідної оцінки ступені відхилення структури кожного МПВ категорії «річки» від потенційно природного стану. Тобто потрібно знати референтні умови, які тільки у 2021-2022 рр. почали встановлювати за даними гідроморфологічного моніторингу річок України (ПОСТАНОВА 2018). Методика здійснення гідроморфологічного моніторингу річок Украї-

ни була затверджена у 2019 році (МЕТОДИКА 2019). Виконання моніторингу морфологічних умов річок (глибина річки та варіативність ширини, структура русла річки і донні відклади, структура прилеглої до річки частини заплави) заплановано здійснювати 1 раз на шість років і після проходження паводків 10 відсотків забезпеченості та вище, а моніторингу неперервності річки – 1 раз на шість років (див. додаток 1 до методики). Порядок виконання моніторингу та оцінки його результатів майже ідентичний тому, який зараз використовується у Німеччині. Річки поділяють на ділянки обстеження. Ділянка обстеження поділяється на п'ять відрізків обстеження рівної довжини. Протяжність цих ділянок і відрізків залежить від ширини русла кожної річки (див. додаток 2 до методики). Репрезентативні ділянки обстеження річок встановлюються за топографічними картами та на основі карти МПВ. По кожній такій ділянці обстеження складається перелік базової інформації для дослідження місцевості (див. додаток 3 до методики). Показники русла на ділянці обстеження отримують з карт або геоінформаційних систем чи під час польових обстежень. Перелік категорій/показників, які включені в оцінку гідроморфологічного стану МПВ категорії «річки», джерела даних (карта або польове обстеження) та області оцінювання (ділянка або відрізок обстеження та берег річки) наведені у додатку 4 до методики. Зазначимо, що на відміну від Німеччини, в Україні використовується не семиступенева система оцінки відхилення структури МПВ категорії «річки» від потенційно природного (референтного) стану, а п'ятиступенева (за основними показниками) та допоміжна триступенева (за допоміжними показниками) система оцінки структури річок. Категорії основних та допоміжних показників для оцінювання змін і варіанти застосування та процедури звітності за бальною оцінкою гідроморфологічної зміни представлені, відповідно, у додатках 5 та 6 до методики. Основні показники (група А) використовують для встановлення відхилення від природного стану в результаті антропогенного впливу на гідроморфологію річки – від 1 = найменший ступінь зміни до 5 = найвищий ступінь зміни (див. додаток 7 до методики). Допоміжні показники (група Б) дозволяють врахувати особливості кожного типу МПВ – 1 = від природного до слабозміненого, 3 = від слабо до середньозміненого, 5 = від сильно до дуже сильно зміненого (див. додаток 8 до методики). Моніторинг розпочато, але результати ще не оприлюднені. Класи відображають на картах, яких ще немає, як і карт морфологічних умов.

До питань 2-4:

Останні дослідження (UBA 2014 b) дають змогу зробити висновок для Німеччини, що

у струмках і річках в горах середньої висоти

- ядро середовища існування повинно мати розряд 3 або вище. Його довжина повинна становити не менше 500 м, краще 1000 м.
- віддалений ефект вгору і вниз за течією можна припустити на максимум 500 м, якщо змінене середовище існування в ідеалі розташоване безпосередньо поруч і його розряд не гірший 5. За певних обставин імовірне коротке (!) транзитне середовище існування, розряд якого не гірший 6.
- повторне ядро середовища існування має бути розташоване через максимум 1000 м. Його довжина, у свою чергу, знову повинна становити не менше 500 м, а краще 1000 м.

у низинних річках

- ядро середовища існування повинно мати розряд 3 або вище, а його довжина становити не менше 1000 м.
- віддалений ефект можна припустити вгору за течією на максимум 500 м, а вниз на максимум 1000 м, якщо змінене середовище існування в ідеалі розташоване безпосередньо поруч і його розряд не гірший 5. За певних обставин імовірне коротке (!) транзитне середовище існування, розряд якого не гірший 6.
- повторне ядро середовища існування має бути розташоване через максимум 1500 м. Його довжина, у свою чергу, знову повинна становити не менше 1000 м.

Для всіх цих спостережень чинна передумова, що забруднень відходами немає і середній структурний розряд водного об'єкта від 3 до 5 досягнуто на всій території водозбору. Про-

хідність має бути гарантована, особливо для риби.

Висновки для річок у горах середньої висоти засновані лише на даних макрозообентоса. Можна припустити, що визначені таким чином довжини ділянок підходять також і як основа для планування такого компонента якості, як риба.

Поки що не вдалося отримати дані для низинних струмків. Автори цього посібника рекомендують поки що діяти консервативно і, в кращому випадку, використовувати за основу дані для планування водотоків у горах середньої висоти.

Отже, завдання планувальника, який відповідає за розробку заходів з покращення структури водного об'єкта, можна приблизно описати наступним чином: метою має бути визначення зон уздовж водного об'єкта для проведення заходів структурного вдосконалення, які були б як екологічно доцільними, так і мінімально витратними. Для цього планування слід також враховувати мету визначення структурно добрих і задовільних ділянок таким чином, щоб їхня послідовність по руслу водотоку відповідала вимогам концепції крайового ефекту. Якщо це вдасться, то можна припустити, що в гідроморфологічних взаємозв'язках більше немає недоліків, які перешкоджають досягти доброго екологічного стану.

Беручи до уваги обмеження, які не можуть бути усунені в середньо- та довгостроковій перспективі, та результати актуального картографування структурних одиниць, слід визначити потенційні ядра середовища існування та змінені середовища існування. Це потрібно зробити таким чином, щоб

- для ядер середовищ існування було виділено достатній обсяг коридору розвитку самодинамічних процесів,
- для цих ділянок існують або можуть бути створені передумови для успішного ініціювання/допуску самодинамічних процесів,
- транзитні середовища існування були максимально розташовані у зонах з обмеженнями, де неможливі самодинамічні процеси з боковим зміщенням, але можна досягти 5 розряду.

Зазвичай у планувальника є кілька варіантів. Із них варто вибрати найвигідніший за кошторисом.

Однак, якщо цей підхід неможливо реалізувати ідеальним чином, це не є підставою визнати водотік як значно змінений. Природно, що статистичні методи, за допомогою яких було визначено довжину ділянок ядер і змінених середовищ існування, можуть відобразити лише «середню поведінку» біоценозів річок, але аж ніяк не їхню здатність адаптивно реагувати на конкретні умови навколишнього середовища. Тому наведені вище цифри слід розуміти як приблизні орієнтовні значення.

Крім позитивного крайового ефекту можливий також і негативний: якщо на біоценоз достатньо довгої ділянки існують явні негативні антропогенні впливи, то це може негативно позначатися на біоценозах сусідніх ділянок, на які може й не бути прямого негативного впливу.

5. Інженерна біологія – визначення і значення для тріади ВРД ЄС

5.1. Визначення

Згідно із визначенням Німецької асоціації управління водними ресурсами, стічними водами та відходами (DWA 2020 b), інженерна біологія – це «одна зі сфер будівництва чи облаштування, яка переслідує технічні, екологічні, творчі та економічні цілі за рахунок використання біологічних матеріалів». Використання інженерно-біологічних методів облаштування аж ніяк не обмежено водотоками. Так, інженерна біологія може, напр., використовуватися на суші для захисту схилів та для протиерозійних заходів. Однак, в цьому посібнику розглядаються лише інженерно-біологічні методи облаштування на водотоках.

У контексті цієї сфери застосування інженерна біологія має таке визначення:

інженерна біологія

- є технологією цивільного будівництва;
- використовує рослини як біологічний матеріал облаштування з метою
  - зменшити,
  - перенаправити,
  - підкріпити

ерозійний вплив води;

- впливає на структурне різноманіття водотоку, створюючи
  - різноманіття руху потоку,
  - різноманіття субстрату,
  - варіативність глибини;
- впливає на структурне різноманіття у прибережній і заплавній зонах через заселення рослинністю, відповідною до місцезростання.

Це визначення не виключає тимчасового або постійного використання допоміжних матеріалів для інженерно-біологічних методів облаштування. Якщо в облаштуванні використовується камінь як постійний компонент, то, чим істотніша його частка, тим більше має місце перехід до класичних технічних методів будівництва гідроспоруд.

5.2. Інженерно-біологічні методи облаштування та їх значення для тріади ВРД ЄС

Як викладено у розділі 4.2, самодинамічні процеси – це ерозійні процеси, викликані силою води. Виходячи з цього, тріада ВРД ЄС для розвитку водних об'єктів була описана в розділі 4.4 як:

- допустити/ініціювати самодинамічні процеси,
- управляти ними,
- зупиняти їх.

У розділі 5.1 (так би мовити, як доповнення) викладено, що за допомогою методів інженерної біології цей ерозійний вплив води можна

- посилити,
- перенаправити,
- пом'якшити.

Через цю взаємодоповнюваність доцільно використовувати для модифікації самодинамічних процесів перш за все інженерно-біологічні методи облаштування.

Однак слід зазначити, що така модифікація ерозійних процесів у принципі була б можлива і за допомогою класичних, тобто звичайних методів будівництва гідроспоруд.

Порівняно зі звичайними інженерно-біологічні методи мають ряд переваг, які можуть бути виражені більшою чи меншою мірою залежно від способу облаштування та від водного об'єкта. Ось список цих переваг, який не претендує на повноту:

- Рослинний матеріал, необхідний для облаштування, зазвичай можна недорого отримати поблизу майданчика облаштування.
- Зі створенням рослинних насаджень, серед іншого, покращується мікроклімат шляхом вирівнювання екстремальних температур і вологості повітряного шару біля поверхні ґрунту.
- Введення чагарникових насаджень може сприяти затіненню водотоку і тим самим поліпшити температурний баланс. Це може супроводжуватися також і збільшенням вмісту кисню у воді. Однак передумовою для цього є використання такого методу на довшому відрізку водотоку. Залежно від географічної орієнтації річки може вистачити чагарникових заростей на одному березі. В ідеалі крони над потоком мають змикатися повністю або майже повністю.
- Може покращитись здатність до самоочищення.
- Чагарникові угруповання достатньої ширини, створені внаслідок інженерно-біологічних заходів, мають суттєво більшу захисну функцію, ніж внесення дрібнозернистого матеріалу та поживних речовин.
- Можливе створення середовищ існування тварин і рослин також і за межами водотоку, причому незначними зусиллями. Особливо це стосується тих випадків, коли можна створити досить широкі чагарникові зарості.

- Зокрема, із тими методами облаштування, які не потребують використання техніки і тому особливо підходять для невеликих водотоків, можливий розвиток водних об'єктів з низькими матеріальними та енергетичними затратами, тим більше, що рослинний матеріал наявний поблизу місця використання («гідротехнічне будівництво своїми руками»). Оскільки матеріальні витрати невисокі, то в некритичних граничних умовах можна експериментувати і «вигідно» накопичувати досвід.
- Використання місцевих і відповідних місцезростанню видів та матеріалів сприяє збереженню, охороні й примноженню природніх ресурсів.
- За допомогою інженерно-біологічних методів можливе облаштування ландшафту, яке враховує референційний стан відповідного водотоку. Це може підвищити рекреаційну та естетичну цінність ландшафту.

Наявність мотивованих співробітників та волонтерів, які добре вміють спостерігати та мислити процесами, є вагомою причиною взяти у власні руки впровадження самотужки тріади ВРД ЄС на малих та середніх водотоках із застосуванням інженерно-біологічних методів облаштування. Тобто ці методи чудово задовольняють вимоги ВРД ЄС щодо стійкості та економічної ефективності під час впровадження заходів.

5.3. Інженерно-біологічні методи облаштування. Інформація про рослинний матеріал

5.3.1. Цільова рослинність

В інженерно-біологічних методах рослини можна використовувати у формі насіння, розсади, частин рослин або рослинних угруповань. Прикладом останньої є, скажімо, випадки, коли дернина з одних місць використовується деінде.

Уже під час планування потрібно поставити собі питання – яку саме мету задовольняє використання рослинного матеріалу і які обмеження необхідно враховувати в місці втручання. Зокрема, важливими є два обмеження: 1 – допустимий ступінь можливого впливу рослинності на стік (див. розділ 6.3.2.2); 2 – площа, доступна для створення конкретного типу рослинності. Мета облаштування (тобто бажаний «ступінь захисту») та обмеження великою мірою визначають бажану «основну структуру рослинності».

Ось тут і вступає в гру поняття цільової рослинності. Воно стосується структури рослинності, яка може і повинна розвиватися після завершення облаштування (залежно від умов місцезростання і мети облаштування, ймовірно, також у результаті цілеспрямованих заходів догляду).

Німецька асоціація управління водними ресурсами, стічними водами та відходами (DWA 2018), описує цільову рослинність як «бажану або заплановану основну структуру популяції рослин (тип, висота і структура заростання), але не як конкретні види рослин. Популяція включає різні види рослинності – напр., дернину, високе різнотрав'я, очерет, кущову, деревну та чагарникову рослинність, наближену до природної».

Якщо методи облаштування сприяють природному розвитку рослинності шляхом сукцесії, але засоби спершу були виготовлені виключно з небіологічних матеріалів, то вони також можуть бути віднесені до інженерної біології відповідно до класифікації Німецької асоціації управління водними ресурсами, стічними водами та відходами (DWA 2020 b). Однак через непередбачуваний розвиток сукцесії цільову рослинність неможливо чітко визначити наперед.

Згідно з Німецькою асоціацією управління водними ресурсами, стічними водами та відходами (DWA 2020 b), інженерно-біологічні методи облаштування на водотоках класифікуються відповідно до цільової рослинності таким чином:

- небіологічні методи облаштування без визначеної цільової рослинності – розвиток рослинності шляхом сукцесії,
- методи облаштування газонів, лук та високотравних коридорів,

- методи формування заростей очерету,
- методи облаштування чагарникових насаджень (кущі, дерева, багатоярусні угруповання, наближені до природних).

Ступінь розвитку рослинності після завершення облаштування зазвичай не відповідає тому, яким він має бути по досягненню цільової функціональності. Так, напр., чагарники вводять зазвичай у вигляді молодих кущів або фрагментів, здатних до вкорінення. Однак метод облаштування досягає повної функціональності з точки зору бажаного рівня захисту лише тоді, коли чагарник стане досить великим. Образно кажучи, свій початок рослинність бере майже завжди як «мала» чи «у неготовому вигляді». Спочатку важливо лише те, щоб із «привнесеного біологічного матеріалу» могла розвиватися бажана цільова рослинність. У наведеному вище прикладі це чагарникові насадження.

Та немає сенсу працювати з дерном, якщо необхідного рівня захисту берегового схилу від ерозії неможливо досягти за допомогою цільової рослинності «газон» – замість цього слід вибрати цільову рослинність «чагарникові насадження». І навпаки, при виборі чагарників як цільової рослинності немає сенсу створювати багатоярусні насадження, наближені до природних, якщо лише кущі можуть гарантувати прийнятний вплив на стік, а, крім того, місця на схилі недостатньо (див. розділ 6.3.2.2).

Водночас рішення про конкретну цільову рослинність означає, що воно фундаментальне стосовно майбутніх зусиль і затрат для її догляду. Постійне підтримання доброго стану газону вимагає набагато частіших заходів догляду, ніж утримання чагарників.

Далі представлено методи облаштування лише чагарникових насаджень. Якщо прямо не зазначено інше, то інформація нижче стосується виключно цих типів рослинності.

Лише коли визначено цільову рослинність, можна переходити до вибору відповідного рослинного матеріалу, за допомогою якого можна досягти цієї цільової рослинності. Однієї й тієї ж цільової рослинності можна досягти за допомогою різних «вихідних матеріалів».

5.3.2. Введення місцевих чагарникових насаджень відповідно до місцезростання. Значення зонування берегів

Із завершенням облаштування матимемо лише вегетаційний проект. Щоб забезпечити хороші умови для росту, необхідно використовувати відповідні породи чагарників і на тих місцях, де вони матимуть оптимальні умови існування. Це веде до вимоги: породи слід вводити відповідно до місцезростання та до природного ареалу поширення.

В ідеалі використані рослини повинні бути також і місцевими. За трактуванням SMUL (StaatsMinisterium für Umwelt und Landwirtscahft – Міністерство навколишнього середовища та сільського господарства) поняття «місцеві» визначається так: «Комплекс рослин, адаптований до місцезростання, при чому рослини походять із популяцій місцевих таксонів, які розмножувалися у тій же природній зоні, що й ділянка облаштування, протягом тривалого періоду часу в кількох поколіннях та щодо яких можна припустити генетичну диференціацію від популяцій того ж виду з інших природних зон» (SMUL 2005).

Використання корінних регіональних таксонів сприяє збереженню біорізноманіття.

Інженерно-біологічні методи облаштування на водотоках використовуються на схилах і за потреби уздовж берега за верхніми бровками схилів. Ця територія характеризується різними рівнями води упродовж року. У поперечному розрізі можна виділити типові зони, яким притаманні певні частота і тривалість затоплення. Рисунок нижче стосується типових центральноєвропейських умов:

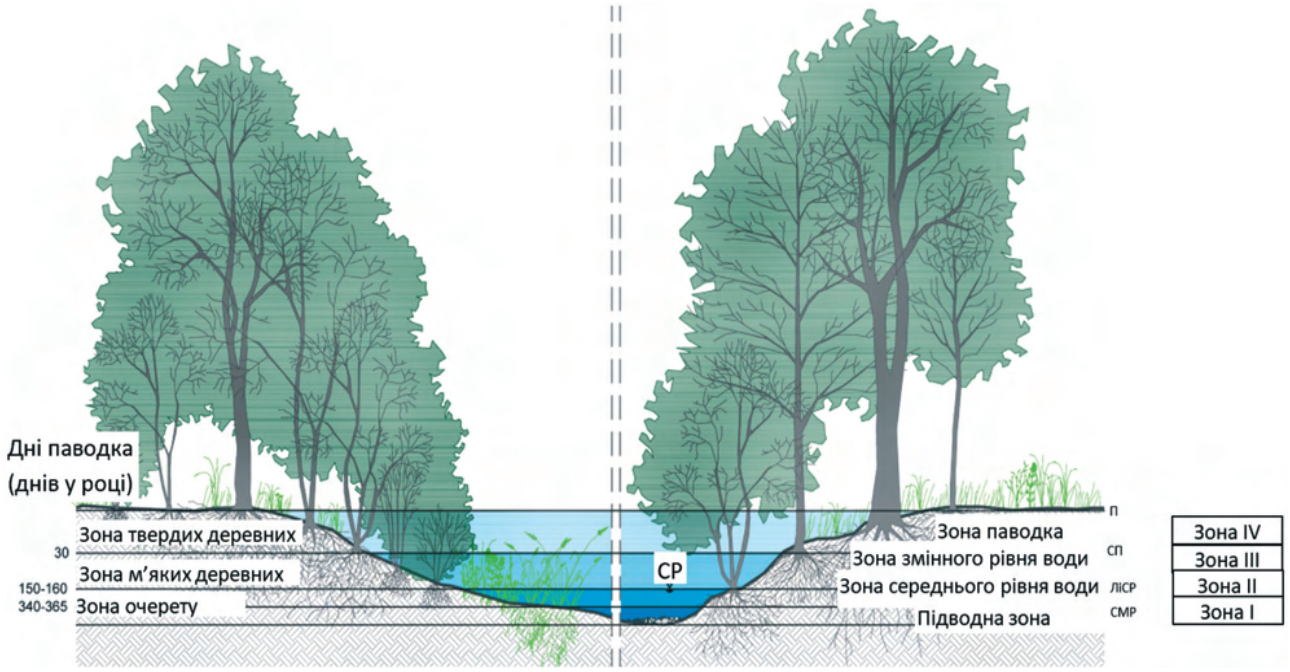


Рисунок 4: Поперечний розріз зонування берегів водотоку. (Джерело: за SMUL 2005, від TLUG 2018, змінено) (*Скорочення праворуч: див.таблицю нижче – прим. пер.*)

Зона вегетації	Розташування відносно вегетації	Розташування відносно рівня води	Середня тривалість затоплення у днях на рік
Зона I. Підводна зона	Водна зона, зона річкових водоростей	Нижче середнього меженного рівня (MNW)	365
Зона II. Зона середнього рівня води	Зона очерету і осоки	Приблизно між середнім меженним рівнем (MNW) і літнім середнім рівнем (SoMW, W_{150})	150/160-340/365
Зона III. Зона змінного рівня води	Зона м'яких деревних порід (часто затоплювана ділянка заплави вище середнього рівня води (MW), яка є типовим місцезростанням для м'яких деревних порід, передусім верби срібної (*Salix alba*). (PATT et al. 2004))	Між літнім середнім рівнем (SoMW, W_{150}) і середнім рівнем паводка (MHW, W_{30})	30-150/160
Зона IV. Зона паводка	Зона твердих деревних порід (зрідка і лише на короткий час затоплювана ділянка заплави, яка є типовим місцезростанням твердих деревних порід, напр., ясена звичайного (*Fraxinus excelsior*), дуба черешчатого (*Quercus robur*) або клена-явора (*Acer pseudoplatanus*). (PATT et al. 2004))	Між середнім рівнем паводка (MHW, W_{30}) і найвищім рівнем паводка (HW)	0-30

Таблиця 2: Поперечний розріз зонування рослинності водотоку. За даними SCHICHTEL, 1992, окремі затоплення в зоні III можуть тривати від кількох днів до шести тижнів. (Джерело: за SMUL 2005, доповнено у StowasserService GmbH & Co. KG 2011, від TLUG 2015)

У цілому деревні насадження можуть рости постійно лише в зонах III та IV. Зона III водотоків, наближених до природних, характеризується вираженим порушенням режиму через значний і часто змінюваний рівень води. У водних об'єктах, наближених до природних, розташованих у долинах із вираженим і плоским дном, ця зона в поперечному перерізі може охоплювати великі площі. На водотоках із дуже високою транспортуючою здатністю наносів рослинність характеризується не лише затопленням внаслідок зміни рівня води, а й механічними пошкодженнями, викликаними перенесенням відкладів. Льодохід є додатковим руйнівним чинником.

У зоні III формуються деревні угруповання, які характеризуються наявністю верб. Існує гіпотеза, що без повторюваних порушень, описаних вище, розвивалися б інші деревні угруповання. Згідно з цією гіпотезою, деревостани з вербами є проявом стадії сукцесії, яка не може перерости в так звану клімаксну стадію через повторювані порушення. Клімакс описує відносну кінцеву точку сукцесії. До нього відносяться клімаксні види – так звані кінцеві лісові породи того типу лісу, який природний для даного місцезростання. Угруповання рослин, яке виникає на стадії клімаксу, також називається клімаксним угрупованням (WIKIPEDIA 2021). Виходячи з цих міркувань, дерева, що трапляються у природі в зоні III, також називають піонерними. Піонерні види – ті, які першими заселяють екстремальні місцезростання й освоюють їх для інших видів, роблять їх придатними для існування. Вони неконкурентоспроможні з іншими видами стабільних рослинних угруповань, тому не мають шансів на виживання у клімаксних екосистемах і витісняються іншими видами в ході біологічної сукцесії.

Деревні угруповання зони IV вже можна описати як клімаксні. Чим крутіші берегові схили, тим міцніший просторовий зв'язок зон II і IV.

Відповідно до рослинно-соціологічних підпорядкувань використовуваних дерев, за даними Німецької асоціації управління водними ресурсами, стічними водами та відходами (DWA 2020 c), методи облаштування можна диференціювати на:

- Піонерні: методи, які використовують переважно біологічний матеріал піонерних видів.
- Клімаксні: методи, які використовують переважно біологічний матеріал клімаксних видів.
- Перехідні: методи, які використовують як піонерні, так і клімаксні види в якості біологічного матеріалу.

На відміну від викладених раніше радше теоретичних міркувань, наступне твердження має безпосереднє значення для практиків: відповідність до вегетаційної зони є вирішальним для успішного росту деревних насаджень. Це стосується інженерно-біологічних методів облаштування з цільовою деревною рослинністю. Вона зазвичай використовується в зонах III і IV. Деякі види облаштування для підтримки самодинамічних процесів також частково стосуються зони II. Однак отриману рослинність зазвичай відносять до зони III. Зона III відмежована від зони II літнім середнім рівнем води. Тому зв'язок методів облаштування із літнім середнім рівнем води є вирішальним. Цей рівень можна легко розпізнати на місці за межею трав'яного покриву.

5.3.3. Верби як біологічний матеріал для інженерно-біологічних методів облаштування

5.3.3.1. Загальна інформація

Верби вважаються типовими деревами-піонерами. Завдяки пристосованості до умов зростання у зоні III верби дуже добре підходять для інженерно-біологічних методів облаштування. Для деяких видів можуть трапитися відповідні умови зростання також і в зоні IV. Які види можна використовувати в конкретному місці, залежить, крім того, від їхньої географічної зони поширення. Однак цей аспект тут не розглядається.

Варто звернути увагу на спостереження SCHICHTEL про те, що лише деякі види верби – напр., *Salix alba*, *Salix fragilis* і *Salix pendranta* – витримують постійне підтоплення. Висота підтоплення не повинна перевищувати 2 м і залежить від висоти дерева на момент початку підтоплення. На додачу до швидкості підйому рівня води також може відігравати свою роль і якість води. Від цієї особливої ситуації слід відрізняти іншу: коли у невеликих тимчасових водотоках верби можуть рости навіть на

дні. Якщо це місце водотоку є достатньо вологим у період межені, то верби мають умови, подібні до умов зони III постійних водотоків (SCHICHTEL 1992).

У цьому посібнику розглядаються лише верби вузьколисті. Разом із стійкістю до підтоплення вони мають такі характеристики (SCHICHTEL 1992):

- Вони здатні утворювати вторинні корені (так звані придаткові корені) і нові пагони з кори зрізаних гілок або стовбурів.
- Їхнє коріння також може проникати нижче середнього рівня води у підводний схил берега і стабілізувати водне русло. У літературі наводиться глибина 0,6 м для середнього літнього рівня води.
- Вони мають високу здатність до регенерації за наявності механічних пошкоджень.
- Молоді вербові прути еластичні і можуть чіплятися за поверхню схилу за відповідного водного режиму.

Однак верби дуже світлолюбні. Їхня потреба в освітленості – від середньої до високої. Ростуть верби швидко. До клімаксних угруповань вони зазвичай не належать.

Дотичне напруження на берегових схилах, де планується насаджувати верби, не повинно перевищувати усереднений в перерізі показник у 100-140 Н/м^2 (за відсутньої рослинності).

У методах інженерно-біологічного облаштування верби зазвичай використовуються як фрагменти дерев, здатні до вкорінення. Рисунок 5 наочно показує, які частини верби використовуються для заготівлі таких фрагментів.

Зазвичай немає необхідності аналізувати, чи використовується певний вид верби відповідно до ареалу її поширення, якщо матеріал можна заготовити поблизу місця використання. В такому випадку слід припустити, що угруповання є природного (автохтонного) походження.

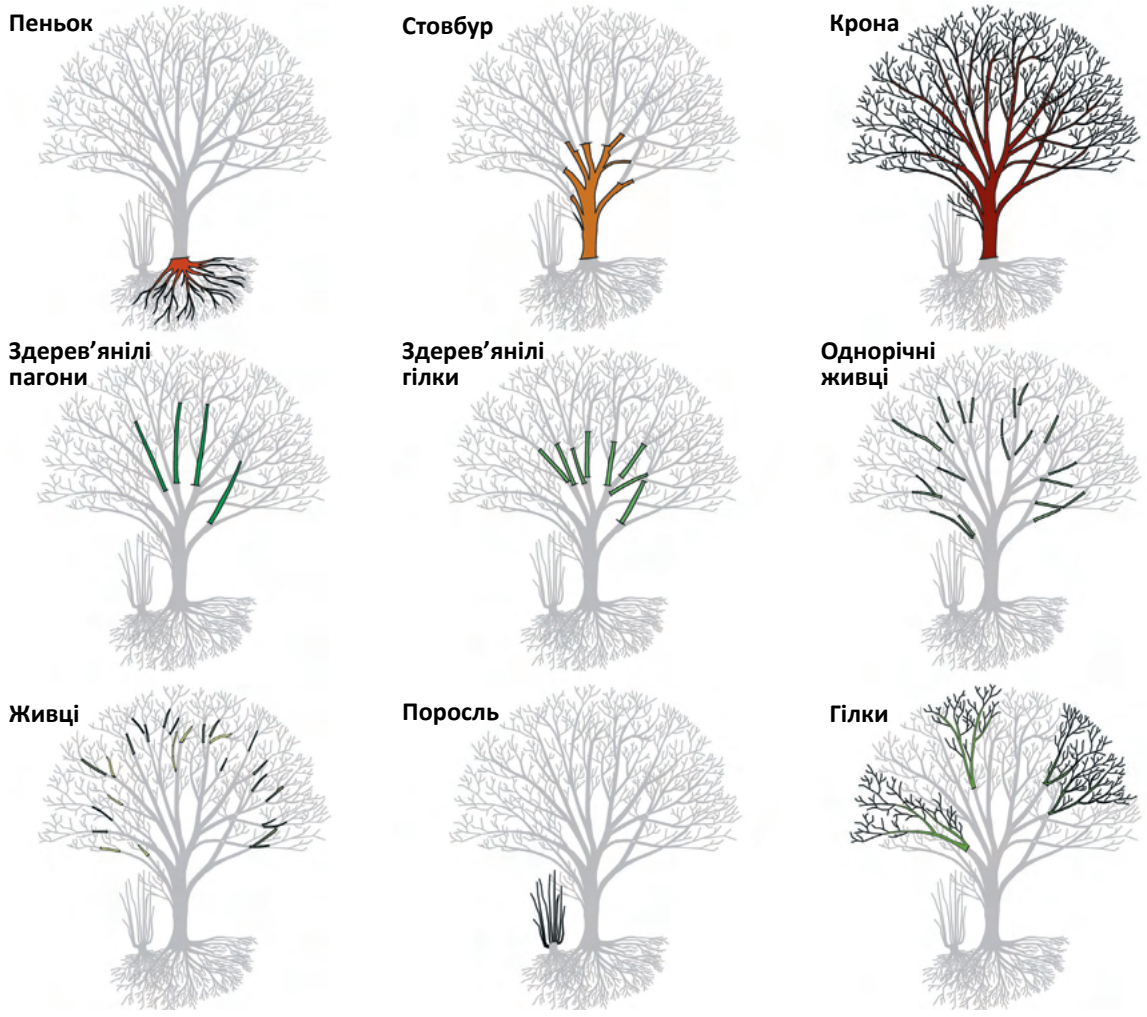


Рисунок 5: Верба як донор біологічного матеріалу для облаштування, із позначенням категорій. (Джерело: Dachsel, Stowasser and Rolof 2018, від TLUG 2018)

5.3.3.2. Інформація про заготівлю, транспортування, зберігання та садіння вербового матеріалу

Під час заготівлі, транспортування, імовірного зберігання та садіння потрібно дотримуватись таких вказівок:

- Заготовляти бажано в період спокою, з моменту повної зміни кольору листя до початку цвітіння. Інструменти: моторні або ручні пилки, за потреби секатори, не використовуйте сокири чи колуни.
- Проміжок між заготівлею і садінням повинен бути якомога коротшим.
- Зрізаний матеріал слід транспортувати до місця садіння безпосередньо після заготівлі. Для цієї мети бажано використовувати криту вантажівку. Кузов не слід опалювати. Існує ризик висихання під час транспортування вантажівками з відкритими кузовами. Під час транспортування матеріал слід накрити брезентом або подібним матеріалом.
- Якщо все ж потрібне зберігання, то його слід організувати за найменшої можливості на місці садіння в затінених місцях. Термін зберігання повинен бути якомога коротшим. Можливе проміжне зберігання матеріалу до однієї доби, добре укритим плівкою або брезентом. Для більш тривалого зберігання гілки можна зв'язувати і зберігати напівзануреними в холодній воді (<15 C°), з обтяженням. Бажано, щоб вода була насичена киснем.
- Садити фрагменти, здатні прорости, потрібно в незамерзлий ґрунт протягом періоду спокою. В Центральній Європі це переважно жовтень/листопад та березень/квітень.

5.4. Обмеження інженерно-біологічного облаштування

Від наведених тут обмежень інженерно-біологічного облаштування слід відрізняти рамкові та граничні умови, які є актуальними лише для певних методів облаштування і означають, що саме їх неможливо успішно застосовувати за призначенням (зменшення, відведення, посилення ерозійного впливу води). Такі аспекти для інженерно-біологічних методів захисту берегів розглядаються в розділі 6.3.2.1.

Найважливіше загальне обмеження інженерно-біологічних методів облаштування таке: інженерна біологія використовує рослини як біологічний матеріал для облаштування. На основі цього інженерно-біологічні методи облаштування не можуть використовуватися там, де рамкові та граничні умови не дають рослинам змоги розвиватися в достатній мірі. У цьому контексті слід згадати наступне:

- Занадто погані умови освітлення.
- Фітотоксичне забруднення ґрунтів.
- Інші несприятливі для рослин умови ґрунту, напр., субстрат недостатньо глибокий, щоб забезпечити належне вкорінення.
- Фітотоксичність води (ймовірно, часто пов'язана з фітотоксичним забрудненням ґрунтів).
- Надмірні гідравлічні та/або механічні навантаження (напр., переміщення донних наносів, льодохід, хвилі) у поєднанні з геометрією профілю, яка дуже сильно змінена антропогенними чинниками.
- Надмірна частота і тривалість затоплення.
- Надмірне користування в якості зони відпочинку для людей.
- Надмірне пошкодження внаслідок потрав (бобри, кози, вівці тощо) та витоптування великою рогатою худобою, якщо місцеві умови не дають змоги вжити жодних захисних заходів, таких як обгороджування тощо.

В цілому для інженерно-біологічних методів облаштування потрібен певний мінімум місця. Якщо його немає, використання цих методів неможливе.

6. Гідротехнічне будівництво своїми руками. Загальна інформація та презентація обраних методів інженерно-біологічного облаштування

6.1. Загальна інформація

Перевірка нульового варіанту

Перед використанням будь-якого інженерно-біологічного методу облаштування завжди потрібно перевірити, чи дійсно його застосування необхідне.

Якщо передумови використання самодинамічних процесів достатньо оптимізовані для їх спонтанного запуску, то слід критично проаналізувати обсяг подальшої підтримки таких процесів інженерно-біологічними методами. Тест повинен враховувати час і масштаб застосовуваних самодинамічних процесів. За необхідності слід віддати перевагу «нульовому варіанту» (= без подальшої підтримки).

Перед зміною самодинамічних процесів на межі коридору розвитку, ширина якого не є оптимальною для досягнення цілей управління, слід перевірити, чи є можливим досягти домовленостей про розширення коридору розвитку.

Перед тим, як укріплювати берег від обвалу, що виникає спонтанно в результаті стихійних подій, слід перевірити, чи такі заходи захисту взагалі необхідні. На відкритій місцевості, далеко від будівель та об'єктів інфраструктури, які підлягають захисту (напр., дороги чи лінії електропередач, що безпосередньо прилягають до водного об'єкта), цей нульовий варіант зазвичай рекомендований. Скоріше, тут потрібно перевіряти, чи не встановлюються укріплення самовільно сторонніми особами. Оскільки така поведінка незаконна, необхідно виявляти таких осіб та притягати їх до відповідальності.

Інформація для заохочення

Для інженерно-біологічних методів використовується рослинний біологічний матеріал. Захисні споруди такого типу слід створювати особливо ретельно. Їх необхідно регулярно перевіряти, поки вони не стануть повністю функціональними. Цю перевірку обов'язково слід вважати можливістю отримати досвід. Оскільки рослинний матеріал зазвичай обходиться дешево, то невдачу у використанні такого захисного методу облаштування слід (у не надто критичному середовищі) розуміти не як економічну катастрофу, а як можливість чомусь навчитися.

6.2. Інженерно-біологічні методи облаштування для підтримки самодинамічних процесів

Наведені нижче пояснення розглядають лише самодинамічні процеси з боковим зміщенням. Вони виходять із таких припущень: всі рамкові та граничні умови було оптимізовано якнайкраще відповідно до місцевих умов; питання доступу до земельної ділянки вирішено; у минулому водотік був сильно випрямлений; нульовий варіант виключається, тому слід ініціювати самодинамічні процеси.

Для цього слід обирати інженерно-біологічні методи облаштування. Передусім мова йде про споруди типу бун. Використовуючи подібні методи, потрібно заздалегідь прояснити такі питання:

- Яка орієнтація бун відносно течії?
- Яка висота встановлення споруд буде ефективною з гідрологічної точки зору? Напр., відносно середнього рівня води?
- Як саме слід розташувати буни уздовж русла водотоку?

На ці питання необхідно відповісти незалежно від того, будуть використовуватися звичайні чи інженерно-біологічні методи облаштування контролю течії. Питання вибору конкретної цільової рослинності для таких методів неважливе, бо насадження залишають напризволяще.

6.2.1. Орієнтація відносно течії, гідрологічно ефективна висота споруд

Рисунок 6 показує ерозійний вплив бун, орієнтованих по-різному відносно течії, в обидвох ситуаціях: «обтікання буни» і «перелив через буну».

Відповідно до цього обтічні буни можуть викликати ерозійні процеси на протилежному березі, передусім, за умов великих витрат води. Особливо позитивним слід вважати вплив трикутних та обтічних (розташованих за течією) бун. Критично оцінити варто окремо розташовані буни, які спрямовані проти течії, та буни, які спрямовані за течією, якщо вони часто затоплюються. У таких умовах стоку можливі ерозійні процеси на березі, біля якого розташована буна. Хоча ці процеси й можуть ініціювати зміщення русла, однак вони також здатні водночас знищити буну.

Тому для ініціювання зміщення русла доцільно використовувати трикутні або спрямовані за течією буни такої висоти, щоб вони перебували над рівнем води навіть за великої витрати води.

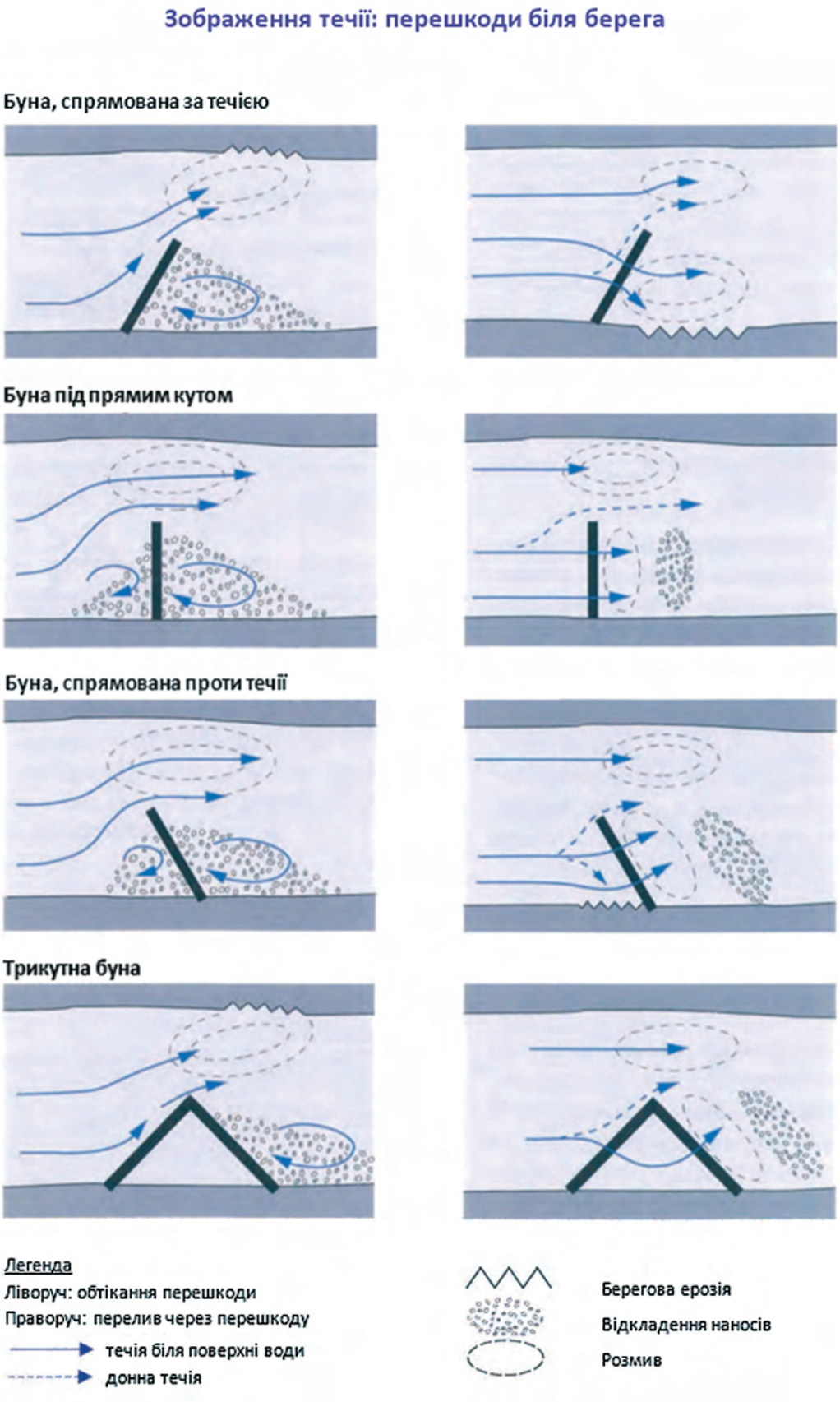


Рисунок 6: Вплив орієнтації та висоти бун на схему течії. (Джерело: Gebler 2005)

6.2.2. Розташування за течією

Для природних водотоків із дуже правильною і невеликою кривизною русла діє таке «золоте» правило: довжина хвилі меандру L_M дорівнює десятикратній потенційно природній ширині русла b (за середньої витрати води): $L_M = 10 \times b$.

Тоді рекомендоване розташування, як показано на рисунку 7:

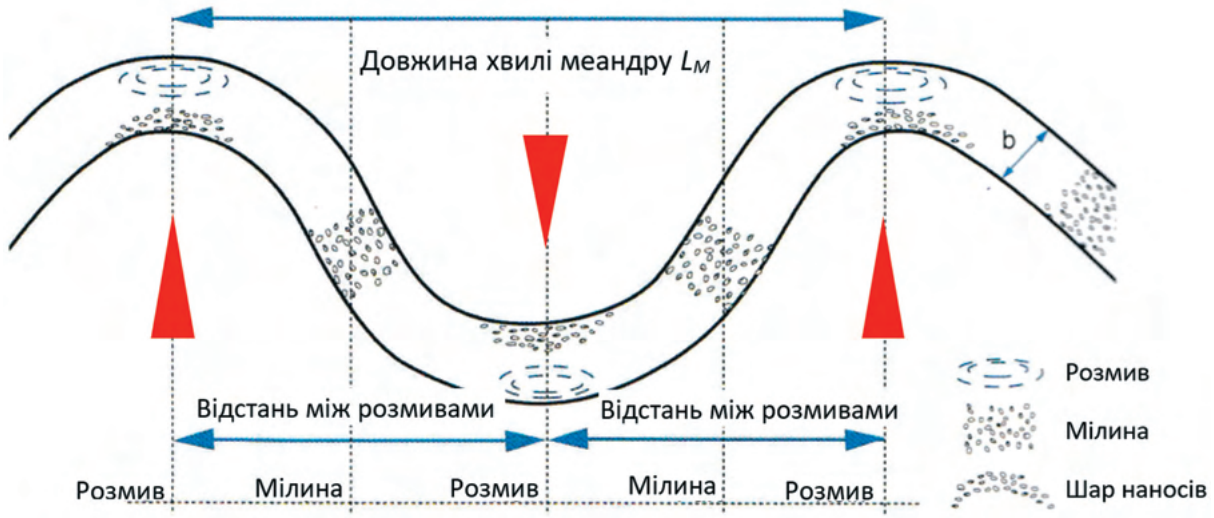


Рисунок 7: Можливе розташування бун у водотоках, які у природному стані мали б незначну та правильну кривизну русла. Червоні трикутники позначають буни. (Джерело: Gebler 2005, змінено)

У природних водотоках зі значною чи неправильною кривизною русла слід спочатку задати перші імпульси, а пізніше додати дефлектори там, де проявляться тенденції подальшого розвитку. За жодних обставин не слід застосовувати методи облаштування там, де вони протидіють очевидному розвитку потоку.

Рисунок 8 показує ймовірний сценарій розвитку. Тут реалізовані такі стратегії:

- буни повинні перемістити водотік у поперечному перерізі принаймні на дві третини;
- протилежний берег слід пошкодити, знявши укріплення берега;
- у разі потреби буни можна подовжити.

Рисунок 8 наочно показує, що слід очікувати порівняно тривалого періоду розвитку.

6.2.3. Рекомендації щодо вибору конкретного методу облаштування

Для реалізації проекту, описаного вище, в цілому на вибір маємо різні методи облаштування (див. TLUG 2015). Щоб вибрати той інженерно-біологічний метод, який буде відповідати конкретній ситуації, потрібно відповісти на наступні питання:

Яке місце для облаштування вибрати?

Відповідь має велике значення для доступності майданчика для робіт, умов освітлення на місці садіння (верби потребують світла!) та можливостей для росту в цьому місці.

Який розмір має водотік у місці облаштування?

Відповідь має велике значення для розуміння обсягу облаштування: метод і розміри водотоку повинні «відповідати» один одному. Деякі методи вимагають біологічних матеріалів, які доступні лише в певних розмірах.

Які ґрунтові умови дна на місці облаштування?

Відповідь звужує можливості застосування окремих методів, оскільки деякі з них залежать від певних ґрунтових умов. Напр., у кам'янистому ґрунті регулярно виникатимуть труднощі зі встановленням паль чи садінням живців. Рух донних наносів у випадку гравійного дна

UfU Independent Institute for Environmental Issues

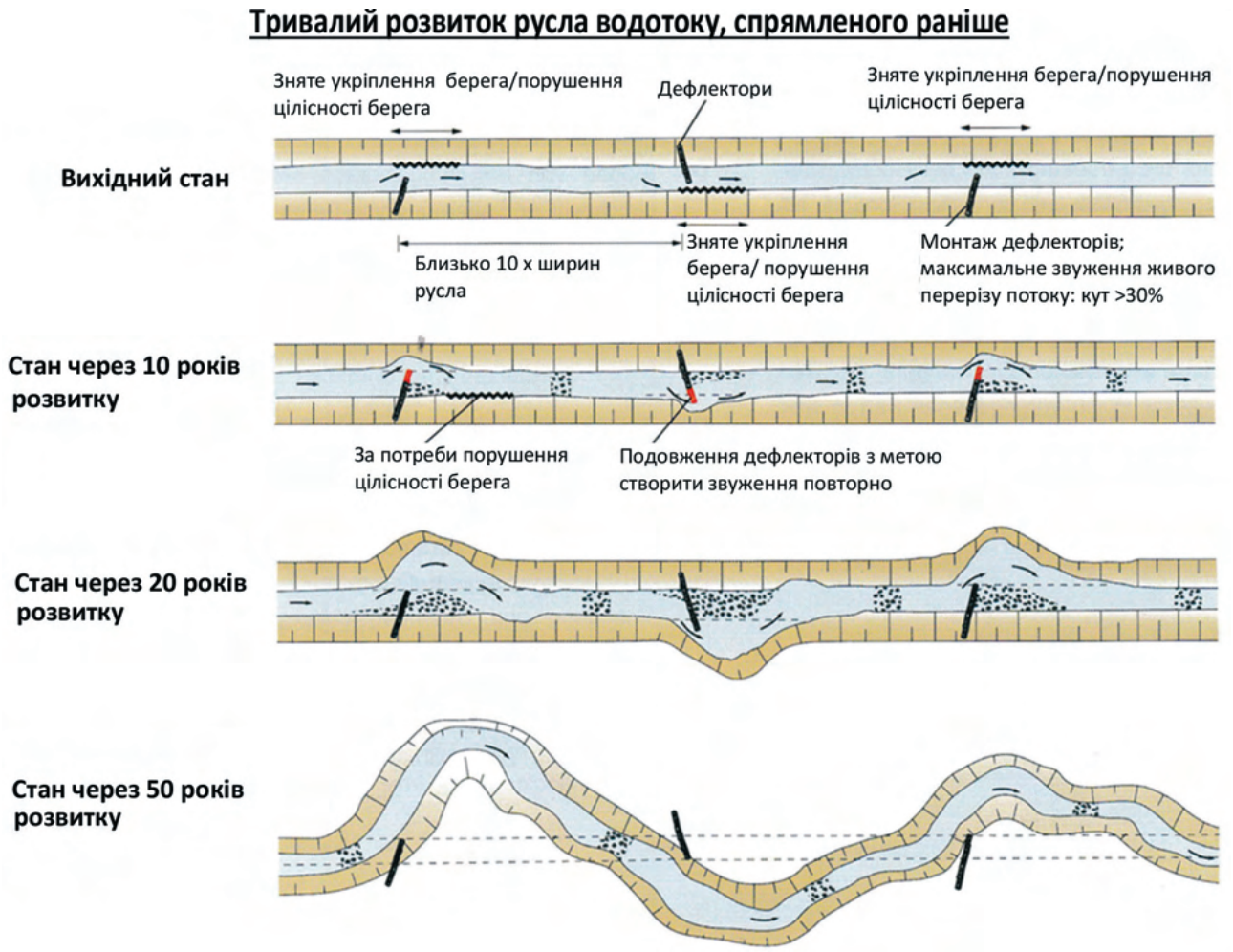


Рисунок 8: Часова послідовність можливих сценаріїв розвитку раніше спрямленого водотоку, розвиток якого ініційовано спорудами типу бун. (Джерело: Gebler 2005)

може пошкоджувати певні типи конструкцій чи насаджень тощо.

Які матеріали для облаштування (біологічні, небіологічні) потрібні в даному випадку?

Відповідь можна порівняти зі «списком покупок» для підготовки облаштування: всі потрібні матеріали повинні бути в достатній кількості на місці облаштування своєчасно, інакше метод застосувати неможливо.

Де і як отримати потрібні матеріали?

Відповідь важлива для того, щоб придбання матеріалів (зокрема, біологічних) для облаштування було вигідним.

Які прилади, інструменти, обладнання доступні для використання?

Відповідь важлива, щоб, напр., виключити методи, які вимагають використання механізмів, але для цього нема бюджету або ж не дозволяють умови доступності ділянки.

Який термін виконання є правильним?

Як правило, чинні твердження у розділі 6.3.2.2. Для деяких методів можливі винятки. Крім того, період проведення облаштування слід орієнтувати на маловоддя.

Чи слід враховувати імовірність натрапити на боєприпаси часів війни?

Якщо відповідь на це питання ствердна, то спочатку слід проконсультуватися з відповідними службами або обрати інше місце облаштування.

Чи слід враховувати імовірність натрапити на підземні інженерні комунікації?

З одного боку, відповідь на це питання вирішує, як бути з методами, коли треба вбивати кілки в землю або ж робити шурфи; з іншого

боку, самодинамічні процеси не можуть загрожувати цим комунікаціям. Примітка: силові опори також повинні бути захищені належним чином від самодинамічних процесів.

Питання цільової рослинності для таких методів облаштування неактуальне, оскільки насадження залишають напризволяще. На відміну від інженерно-біологічних методів берегоукріплення, тут немає потреби у захисті від користування, оскільки такі методи зазвичай використовуються на відкритій місцевості.

Як результат усіх цих міркувань розглянемо приклад невеликого водотоку із гравійно-піщаним або суглинисто-мулистим субстратом. Для нього можна обрати метод, можливий до реалізації в модифікованому вигляді цілком без біологічного матеріалу (див. рисунок 9). Можливі сценарії розвитку показані на рисунку 10.

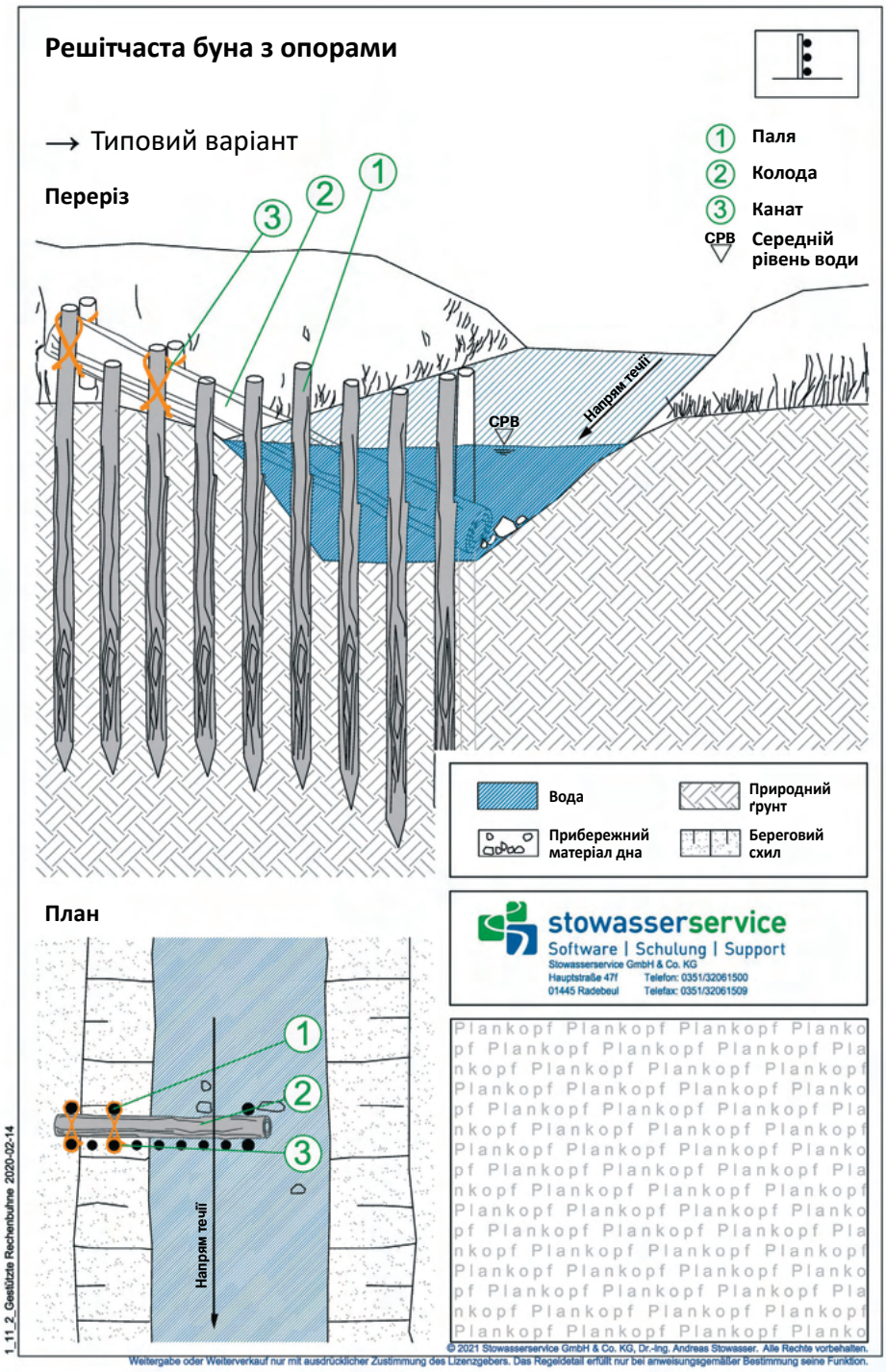


Рисунок 9: Типовий варіант технологічної карти (поперечний переріз і план) решітчастої буни з опорами, повністю виготовленої з небіологічних матеріалів. (Джерело: StowasserService GmbH & Co. KG 2015, від TLUG 2015)

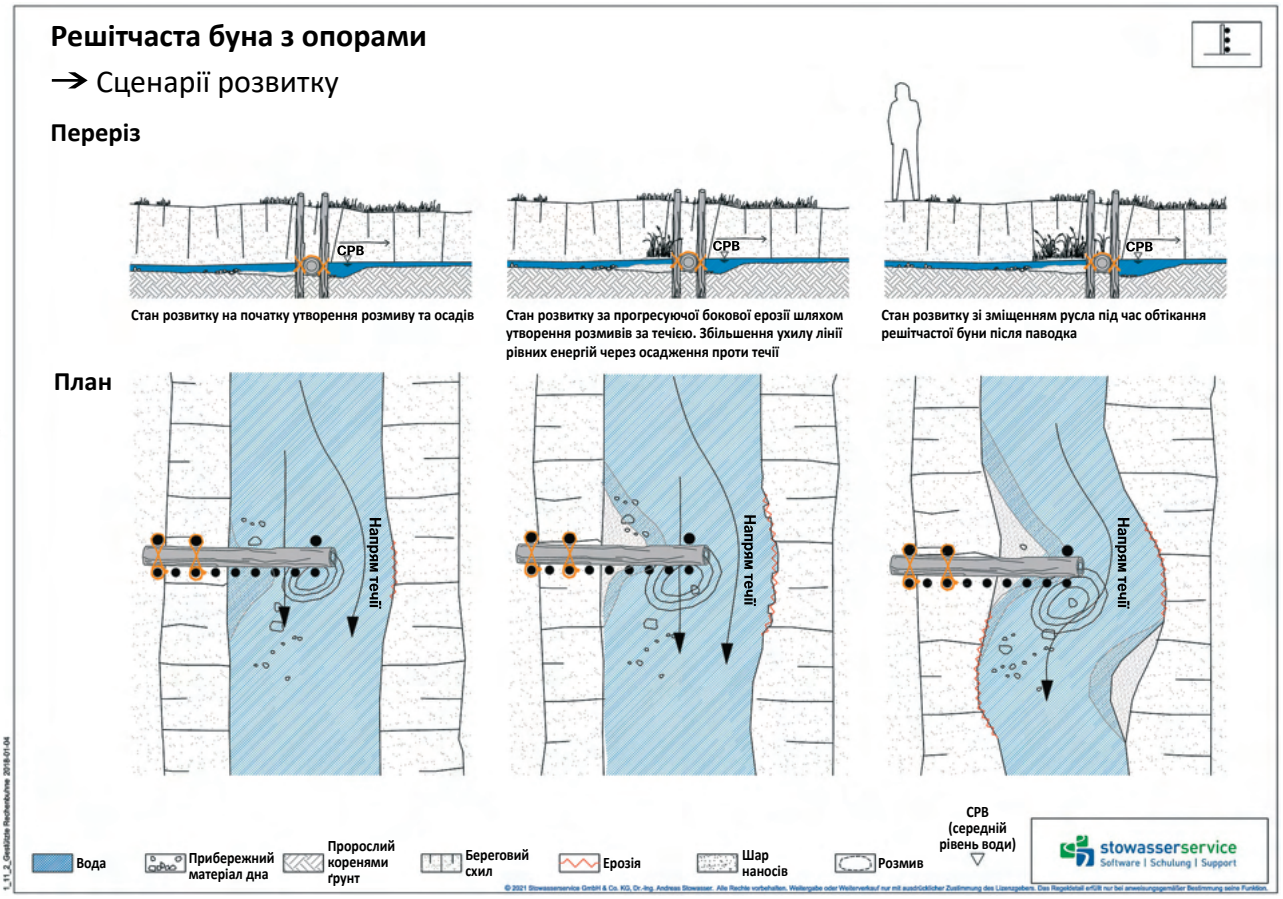


Рисунок 10: Можливі сценарії розвитку, ініційовані решітчастою буною з опорами. (Джерело: StowasserService GmbH & Co. KG 2015, від TLUG 2015)

Під час подальшого догляду слід враховувати наступну інформацію:

- Інженерно-біологічні методи облаштування для підтримки самодинамічних процесів не потребують ніякого догляду за деревиною. Проте дерева та чагарники необхідно оберігати від потрав (бобри, вівці, кози тощо).
- Мертву деревину завжди слід залишати у воді.
- Потрібно відмовитися від очищення дна.
- Якщо течія водотоку повільна, рекомендовано встановити додаткові напрямні (дефлектори) потоку (розташування після спостереження).
- Якщо наявний густий чагарник нижче місця облаштування, його слід тимчасово прорідити, а дерен видалити, щоб забезпечити коливання процесу ерозії.

6.3. Інженерно-біологічні методи берегоукріплення

Існує два варіанти захисту берегів за допомогою інженерно-біологічних методів облаштування:

1. шляхом керування течією,
2. без керування течією.

6.3.1. Інженерно-біологічні методи берегоукріплення шляхом керування течією

Берегоукріплення шляхом керування течією відбувається за допомогою конструкцій типу напівзагат. На відміну від мети викликати самодинамічні процеси, у даному випадку буни розташовують у ряд з боку берега, який треба захистити, таким чином, щоб напівзагати

- були спрямовані проти течії (75–80⁰) або перпендикулярно до берегової лінії та
- відстань між бунами *A* має становити від 1,5 до 2,5 гідравлічно ефективних довжин.

Поняття гідравлічно ефективної довжини показано на рисунку 11.

За описаного розташування течія спрямовується практично від верхівки однієї буни до іншої, не маючи можливості досягти берега, який потрібно захистити, з істотною силою у випадку великої витрати води. Принцип дії видно на рисунку 12 (ця форма берегоукріплення не розглядатиметься далі).

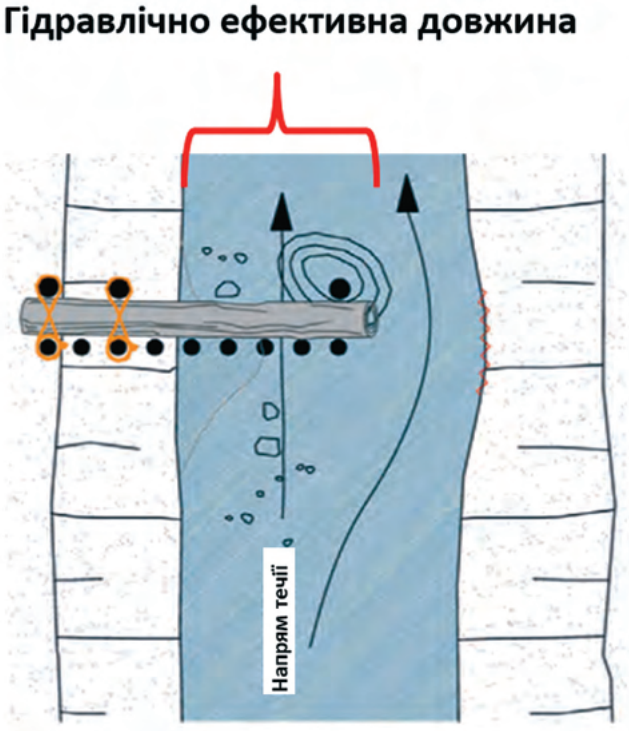


Рисунок 11: До поняття гідравлічно ефективної довжини. (Джерело: StowasserService GmbH & Co. KG 2015, від TLUG 2015, змінено)

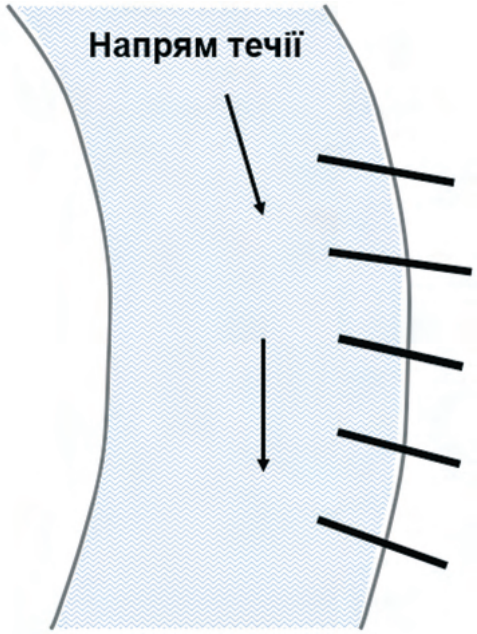


Рисунок 12: Принцип берегоукріплення шляхом керування течією за допомогою конструкцій типу напівзагат (бун). (Джерело: Dittrich 2021)

6.3.2. Інженерно-біологічні методи берего-укріплення без керування течією

6.3.2.1 Принцип дії

Принцип роботи цих методів облаштування можна проілюструвати наступним чином:

Для якогось конкретного профілю водотоку та конкретного випадку перевищення середньої витрати води розглядаємо ситуацію за наявності деревної рослинності та за її відсутності. Без деревної рослинності ерозійна сила потоку перевищує стійкість берегового матеріалу до ерозії, виникають берегові промоїни і відтак змінюється геометрія профілю (див. рисунок 13).

А деревна рослинність підвищує стійкість берегового матеріалу до ерозії – ця здатність принаймні починає дорівнювати ерозійній силі потоку. Таким чином попереджуємо утворення берегових вимоїн на березі і тим самим змін у структурі русла (див. рисунок 14).

Однак коли дерева, які під час середньої витрати вкорінюються вище середнього рівня води, потрапляють у змочений поперечний переріз у випадку розглянутої тут підвищеної витрати води, то вони можуть знизити пропускну здатність русла. Можливе підвищення рівня води (див. рисунок 14). Залежно від геометрії профілю русла та характеристик прибережної рослинності може статися небажане затоплення праворуч і ліворуч від верхніх бровок берегового схилу.

Цей принцип дії ілюструють наступні зображення:



Рисунок 13: Вплив паводка на береговий матеріал без деревної рослинності. (Джерело: Dittrich 2021)

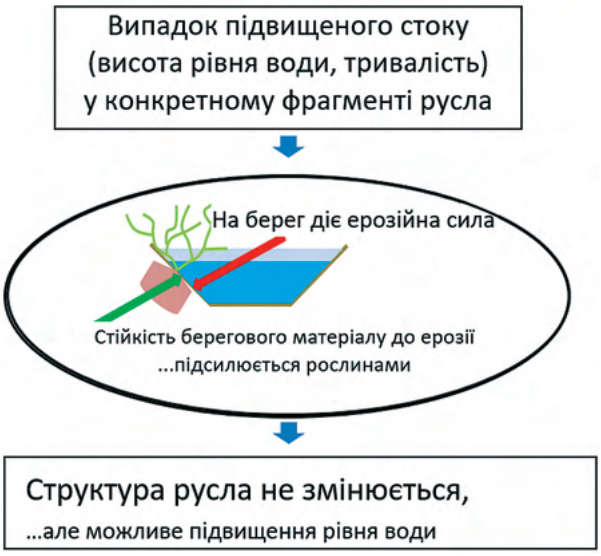


Рисунок 14: Вплив паводка на береговий матеріал із деревною рослинністю. (Джерело: Dittrich 2021)

В описаних тут інженерно-біологічних методах берегоукріплення прибережні дерева мають важливу функцію захисту. Діяти можуть два механізми:

- ефект сповільнення течії надземними частинами рослин,
- зчеплення коренів із ґрунтом.

Для того, аби надземні частини рослин уповільнювали потік, дерева повинні рости досить близько один до одного, щоб за окремими стовбурами не утворювалася турбулентність, яка сприяє ерозії.

Процеси ерозії часто починаються біля основи берегового схилу під водою. Прагнучи використати для себе землі біля річки, людина втиснула водоток у вузький трапецієподібний профіль і таким чином забезпечила, щоб якомога більший обсяг води міг проходити через якнайменший поперечний переріз. При цьому прагнуть до закладення берегового схилу від

1:2 до 1:3 як результату гідротехнічних міркувань. Вже навіть за середнього рівня води, а тим більше при рівнях за підвищеної витрати води, проявляються підводні схили, які за певних обставин більше не можуть бути належним чином укріплені зчепленням коренів прибережних дерев із ґрунтом, оскільки коріння більше не проростає належним чином у підводну ділянку схилу. Тут потрібен додатковий захист основи схилу з небіологічного матеріалу.

Для вибору відповідного інженерно-біологічного методу берегоукріплення доцільно спочатку з'ясувати такі взаємозв'язки. Зі збільшенням гідравлічної оптимізації перерізу водотоку зростають ерозійні сили потоку, які діють на берег. Потреба в захисті берегів зростає тим більше, чим неприроднішими є ширина профілю і чим ближче до водотоку розташовані об'єкти користування, які потребують захисту. Чим ціннішими є ті об'єкти користування, тим надійнішим має бути захист. Відповідний захист як уздовж берегової лінії за середнього рівня води, так і підводного схилу стає все важливішим.

Перед застосуванням інженерно-біологічного методу берегоукріплення без керування течією необхідно переконатися, що у водотоку не відбувається активна донна ерозія, оскільки це призведе до дестабілізації схилів.

Далі коротко розглянуто деякі аспекти, особливо важливі для підбору відповідного методу облаштування.

6.3.2.2. Важливі критерії вибору методу облаштування

Захист основи схилу

Якщо за середнього літнього рівня глибина води більше 0,6 м, то може знадобитися зміцнити основу берегового схилу, особливо якщо матеріал схилу здатний сильно розмиватися. Альтернативно можна перевірити, чи є змога на постійній основі впровадити вільху вздовж лінії середнього рівня води, за умови, що це сумісне з необхідною пропускною здатністю. Вільха здатна проникати своїм корінням на ще більшу глибину.

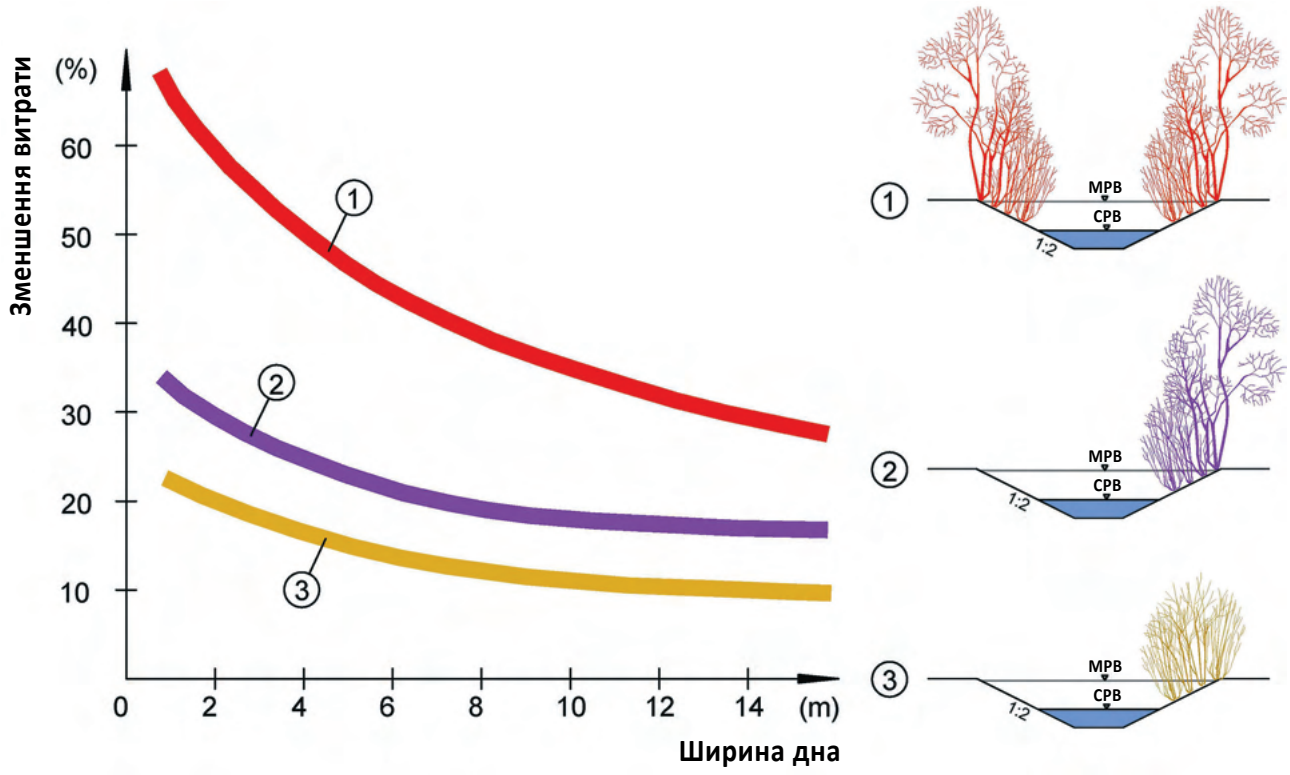


Рисунок 15: Зниження пропускної спроможності русла через прибережні дерева у профілі водотоку в залежності від цільової рослинності та ширини русла. (Джерело: за SCHICHTEL und STERN 2002, змінено Stowasserplan GmbH & Co. KG, із DWA 2020 b)

Вплив методу на пропускну здатність

Разом із вибором інженерно-біологічного методу укріплення додається проблема: рослинний матеріал може впливати на пропускну здатність русла водотоку. Бажана цільова рослинність визначає ступінь цього впливу. Рисунок 15 показує, що зниження пропускної здатності меншає із розширенням дна і є максимальним із цільовою рослинністю «деревні насадження, наближені до природних» з обох боків водотоку.

Проблема затоплення, яка пов'язана зі зниженням пропускної здатності, особливо актуальна тоді, коли цінні об'єкти користування, які потребують захисту, розташовані безпосередньо поруч із водотоком. Якщо відстань між об'єктом користування і верхньою бровкою схилу велика, а місцевість злегка нахилена до бровки, то ситуація радше безпроблемна.

Ситуацію можна також полегшити вибором доречної цільової рослинності, за умови, що вона може забезпечити необхідний захист від ерозії (див. нижче).

Якщо для поточного стану без цільової рослинності було визначено розрахунковий паводок, а з гідравлічного розрахунку доступна інформація про запас над рівнем води, то наведені цифри є корисними для проведення оцінки (STOWASSER 2011):

- запас над рівнем води < 5 см, запас над рівнем води недостатній, розлив відбувається;
- запас над рівнем води від 5 до <20 см, запас над рівнем води є критичним, розлив відбудеться із великою ймовірністю;
- запас над рівнем води від 20 до <50 см, запас над рівнем води достатній, розлив малоймовірний;
- запас над рівнем води >50 см, ситуація абсолютно безпроблемна.

Ситуації, коли розливи відбуваються, не завдаючи шкоди, також некритичні.

Необхідний ступінь підвищення стійкості до ерозії за рахункового методу облаштування

Орієнтиром для визначення необхідного ступеня підвищення стійкості до ерозії є розрахунковий паводок. Як правило, він дорівнює обсягу стоку, на якому ґрунтується аналіз пропускної здатності. Максимально можливий розрахунковий паводок – це повна витрата.

Слід врахувати наступні підстави для прийняття рішень:

- Гідравлічне навантаження на місці планованого облаштування під час розрахункового паводка. Зарекомендувала себе така класифікація: високе навантаження (> 140 Н/м^2), середнє (60 – 140 Н/м^2), низьке (≤ 60 Н/м^2).
- Частота такої витрати.
- Цінність об'єктів користування, які підлягають захисту.
- Наскільки безпосередньою є загроза цим об'єктам користування.
- Схильність берегового матеріалу до ерозії.

У результаті цього аналізу можна класифікувати необхідний ступінь захисту від ерозії як високий – середній – низький. За консервативного підходу гідравлічне навантаження на місці планового облаштування під час розрахункового паводка та схильність берегового матеріалу до ерозії, ймовірно, будуть вирішальними факторами.

Проведена тут класифікація повинна буде згодом відповідати здатності облаштування (коли воно досягне повної ефективності) витримувати гідравлічне навантаження.

Класифікація методів облаштування за здатністю витримувати гідравлічне навантаження

Класифікація здатності методу витримувати гідравлічне навантаження може бути такою:

- висока (> 140 Н/м^2),
- середня (> 60 Н/м^2 до 140 Н/м^2),
- низька (≤ 60 Н/м^2) (STOWASSER 2011).

Хронологічним орієнтиром є завершення початкової стадії, тобто момент часу, з якого метод облаштування досяг своєї повної ефективності.

Слід зазначити: за правильного догляду рослинності зчеплення коренів із ґрунтом стає інтенсивнішим та зумовлює тоді здатність витримувати вище гідравлічне навантаження.

Захисна функція методу тісно пов'язана з такою його здатністю.

Оцінка здатності методу витримувати гідравлічне навантаження дуже сильно залежить від того, коли початкова стадія вважатиметься завершеною і коли передбачається повна функціональність облаштування. Важливо також, як дерева, а, отже, їхнє коріння розподіляються на схилі внаслідок проведення доглядових заходів.

Перевага профілів, доданих до цього посібника (див. додаток), полягає в тому, що етапи догляду та розподіл дерев і кущів на схилі показані як результат заходів догляду, щоб можна було отримати точне уявлення про умови, за яких ці висновки чинні.

До речі, занадто консервативна оцінка методу облаштування менш ризикована, ніж надмірно оптимістична.

Розмірний ефект методу

Цей критерій ґрунтується на моменті, коли цільова рослинність повністю розвинулась. До уваги беремо як біомасу, що розвивається над і під землею, так і її просторове розташування. Тому розмірний ефект важливий для того, щоб, з одного боку, на ранньому етапі планування можна було приблизно оцінити, чи сумісні метод облаштування та розмір водного об'єкта. З іншого боку, щоб мати можливість оцінити, чи існує ризик для об'єктів користування по сусідству, зокрема через зниження пропускної здатності перерізу русла водотоку. Таким чином, цей критерій є доповненням до критерію «Вплив методу на пропускну здатність».

Потреба в просторі для облаштування: площа, доступна для цього на береговому схилі

В принципі, інженерно-біологічні методи облаштування для захисту берегів можна застосовувати лише за наявності мінімальної площі для цього на береговому схилі (див. розділ 5.4). Крім того, окремі методи відрізняються за площею, якої потребують. Необхідна площа класифікується на основі довжини схилу – це відстань, виміряна перпендикулярно до водної поверхні, між середнім рівнем води та верхньою бровкою схилу. Залежно від наявного простору певні методи облаштування виключаються, оскільки місця для успішного їх впровадження зовсім не вистачить. Іноді доступну площу можна збільшити, достатньо вирівнявши схил. Однак це можливо лише за умови, що для такого вирівнювання доступна відповідна ділянка за верхньою бровкою схилу. Вибираючи відповідний метод, завжди слід перевірити, чи можна сумістити потрібне укріплення та можливий ризик для сусідніх об'єктів користування від зменшення пропускної здатності русла з наявною площею.

Допустима тривалість початкової стадії

Попередні міркування ґрунтувалися на ідеї повної функціональності облаштування. Фактично, під час власне облаштування створюється лише база для розвитку рослин. Тобто початок – це майже завжди «мала» або «незріла» рослинність. У період, коли рослинність тільки розвивається, повного захисного ефекту нема. Радше він з'являється лише після завершення так званої початкової стадії – періоду часу від завершення облаштування до його бажаної повної ефективності. Зазвичай це прогнозується через 3-5 років після завершення фахово проведеного облаштування. Протягом цього періоду основний фактор ризику для облаштування – повені. Руйнівні затоплення можуть (але не мусять) відбуватися і на початковій стадії. Під час роздумів про те, який «ризик втрати» є прийнятним, важливі, зокрема, такі міркування:

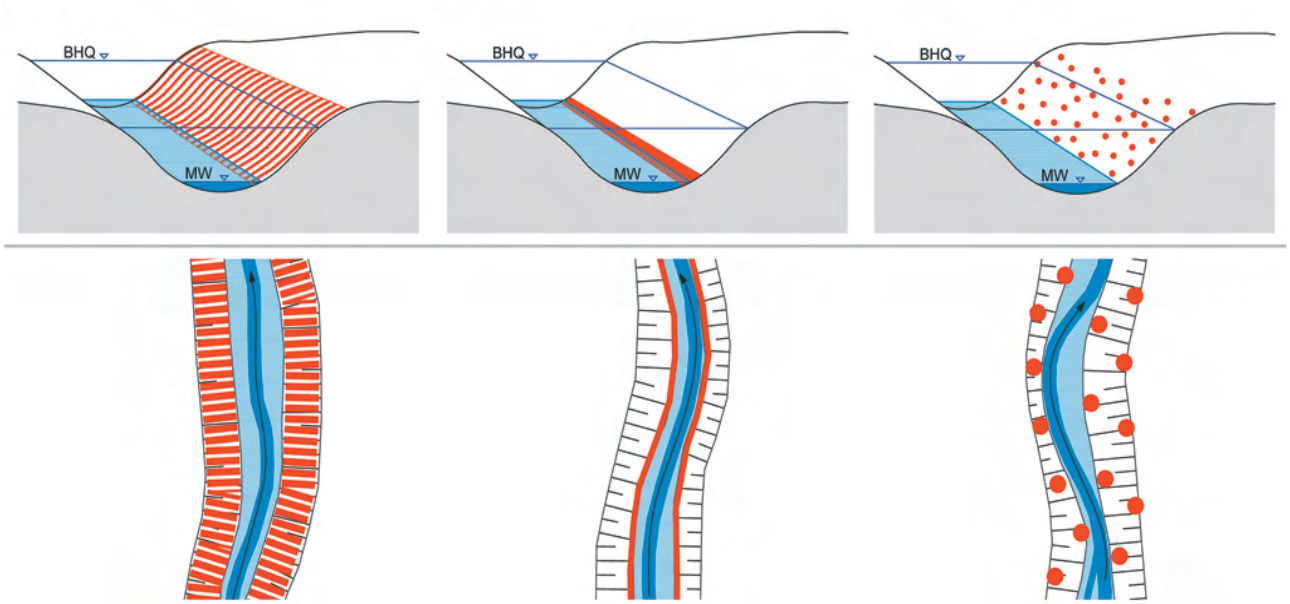
- Чим більша площа облаштування на схилі, тим нижчий ризик пошкоджень на цьому етапі. Допустима довша тривалість вразливої початкової стадії.
- Чим ціннішими є об'єкти користування, тим вищий ризик ушкодження. Бажана менша тривалість вразливої початкової стадії.

Вища готовність йти на ризик може привести до вибору методу облаштування, який пов'язаний із меншими зусиллями під час його проведення. Нижча готовність до ризику буде йти в основному поруч із потребою швидкого розвитку суцільного рослинного покриву та його швидкого проростання у ґрунт, тобто надаватиметься перевага піонерним методам облаштування.

Однак, зрештою, від допустимого рівня ризику залежить також, який ступінь ефективності повинен мати обраний (піонерний) метод облаштування відразу після завершення.

Необхідний ступінь ефективності методу облаштування відразу після його завершення

Що стосується ефективності на початковій стадії, то розрізняють такі види облаштувань чи укріплень (див. рисунок 16):



суцільне облаштування берега	лінійне облаштування берега	точкове облаштування берега
коротка початкова стадія – від завершення облаштування до повної ефективності триває до 8 тижнів	середня початкова стадія – від завершення облаштування до повної ефективності триває до 1 повного вегетаційного періоду	довга початкова стадія – від завершення облаштування до повної ефективності триває довше ніж 1 вегетаційний період
приклади: **вистилання хмизом** **підстилка на схилі** **дернина**	приклади: фашини вивернуті дерева плетений тин	приклади: однорічні живці живці саджанці

Рисунок 16: Класифікація методів облаштування відразу після завершення з точки зору ступеня ерозійного ризику на початковій стадії та тривалості цієї стадії. (Джерело: TLUG 2018)

Суцільного ефекту на початковій стадії можна досягти, зокрема, шляхом використання допоміжних засобів, напр., джутових і кокосових килимків. В ідеалі вони захищають схили від ерозійних процесів доти, поки деревна рослинність не перейме на себе захисну дію.

Інші критерії, важливі під час вибору методу облаштування

Тут слід назвати критерії, які мають значення також і для вибору методів інженерно-біологічного облаштування з метою ініціювати самодинамічні процеси. Пояснення до цих питань уже було наведено в розділі 6.2.3.

- Яке місце облаштування вибрати?
- Які розміри водотоку на місці облаштування?
- Які умови донного субстрату на місці облаштування?
- Які матеріали (біологічні, небіологічні) потрібні?
- Де і як я можу взяти матеріали для облаштування?
- Які прилади, які інструменти, яке обладнання доступні?
- Який період проведення робіт правильний?

6.3.2.3. Приклад із практики

Лаасдорф – невелике містечко в нижній течії Роди. Воно розташоване приблизно на 7 км вище впадіння Роди в Заале. Рода та її притоки утворюють самостійний поверхневий водний об'єкт. Площа водозбору становить приблизно 262 км^2. Місцевість можна охарактеризувати як горбисту, особливо у верхній і середній течії. Надра майже повністю складаються з утворень строкатих пісковиків. Рода була класифікована як «водотік, багатий карбонатами, із дрібнозернистим типом дна у горах середньої висоти.

Рисунок 17 показує поздовжній профіль ухилу Роди та її приток. На ньому показано приблизне місце розташування містечка Лаасдорф та ухил у нижній течії Роди.

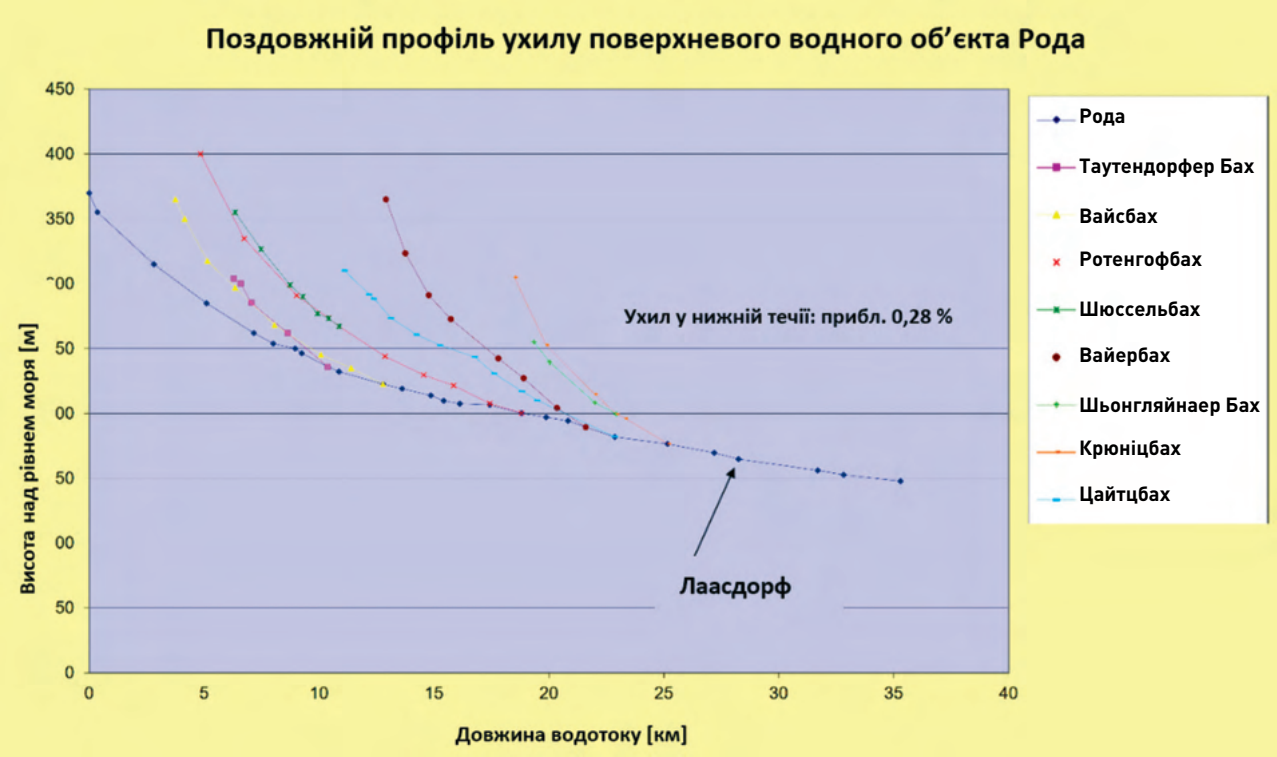


Рисунок 17: Поздовжній профіль ухилу Роди та її приток (поверхневий водний об'єкт Рода). (Джерело: власний рисунок M. Dittrich 2004)

Ґрунти в районі Лаасдорфа строго піщані та легко піддаються ерозії. Ширина водотоку за середнього рівня води – крім вузьких місць – до 7 м. Субстрат Роди піщаний. Дно річки значно поглиблене

У рамках реконструкції Роди до умов, наближених до природних, у місцевості Лаасдорф потрібно було укріпити берег, який підмивала річка. Планування реконструкції виконувала компанія Stowasserplan. Із наступних пояснень простежуються важливі планувальні рішення: до схилу, який підлягає зміцненню, прилягає дачне селище. Між Родою і цим селищем проходить набережна доріжка.

Таким чином, для прилеглих об'єктів користування нема безпосередньої загрози. Однак ситуація стає проблематичною через явно ерозійний матеріал насипу в поєднанні з підмиванням схилу, оскільки за повної витрати (розрахунковий паводок) ступінь гідравлічного навантаження тут слід класифікувати як високий.

Відповідно довелося підбирати таке облаштування, яке б витримало високе гідравлічне навантаження. Оскільки матеріал схилу легко розмивається, вважали необхідним зміцнити основу схилу.

Оскільки слід було забезпечити належну пропускну здатність, зміцнення основи схилу за допомогою вільхи не було вдалим варіантом. Це зумовило потребу використати небіологічний матеріал. Вразлива до розмивання зона була розташована між середнім і меженним рівнями води. Тому вирішили зміцнити її каменем, оскільки дерев'яне укріплення зігнило б від періодичного контакту з повітрям уже через кілька років.

У зв'язку з місцевими умовами (підмивання берега, високе гідравлічне навантаження, ерозійний матеріал берега) довелося вибрати метод із якомога коротшою початковою стадією.

Вистилання вербовим хмизом із кам'яним укріпленням схилу враховує наведені вище рамкові та граничні умови, тим більше що доступний на схилі простір вважався достатнім. За необхідності можна було б також трохи розрівняти схил, щоб створити достатньо місця для такої конструкції.

Вистилання вербовим хмизом провели на початку вегетаційного періоду 2013 року. Рисунок 18 зображує цей процес незадовго до завершення. Умови освітлення, очевидно, можна кваліфікувати як достатні. Можна критикувати використання нетипового для місцевості кам'яного матеріалу. Як контраргумент слід зауважити, що в даному випадку було дуже складно знайти достатньо твердий пісковик поблизу.



Рисунок 18: Вистилання вербовим хмизом з укріпленням основи схилу в місцевості Лаасдорф, незадовго до завершення 20 квітня 2013 року (Джерело: M. Dittrich 2013)

Правильність вибору конструкції було доведено під час повені 31 травня 2013 р.: пікова витрата на водомірному посту Цьольніц становила приблизно 70 м^3/с. Пост Цьольніц розташований всього на 2 км нижче Лаасдорфа. Його середньорічний стік близько 1,2 м^3/с, а середня витрата паводкового стоку – близько 12 м^3/с. Рисунок 19 показує Роду в Лаасдорфі приблизно в час пікової витрати.



Рисунок 19: Ситуація з паводком на Роді біля Лаасдорфа 31 травня 2013 року о 8:00 год. У районі альтанки нижче поверхні води розташований схил, вистелений вербовим хмизом. (Джерело: M. Dittrich 2013)

На момент проходження повені зона вистилання вербою перебувала ще на початковій стадії. Як ілюструє рисунок 20, верба пережила практично без пошкоджень не лише хвилю паводка 31 травня 2013 р., а й другу, менш виражену хвилю 3 червня 2013 р. (пікова витрата води була близько 56 м^3/с).



Рисунок 20: Стан схилу, вистеленого вербовим хмизом, 05.06.2013 року о 9:00 год. після проходження двох хвиль паводка 31.05.2013 р. та 03.06.2013 р. (Джерело: M. Dittrich 2013)

6.3.2.4. Етапи догляду

На відміну від облаштування за інженерно-біологічними методами ініціювання самодинамічних процесів, конструкції створені за методами берегоукріплення, функціональність яких не спрямована на керування течією, потребують догляду. Вирішальними є перші три-п'ять років. Етапи догляду в цей час слугують

- забезпеченню функціональності конструкції відповідно до цілей берегоукріплення та обов'язкових до виконання рамкових і граничних умов,
- у перспективі – мінімізації витрат і зусиль для довгострокового обслуговування цих конструкцій.

У той час, як вибір цільової рослинності – це лише створення основної структури, якій ще треба вирости, то бажаним результатом може бути певний просторовий розподіл чагарника на схилі внаслідок різних заходів догляду. З одного боку, цей розподіл відповідає потребам захисту, з іншого – враховує існуючі обмеження.

Також, напр., у випадку перехідних методів облаштування заходи догляду можуть забезпечити швидше впровадження клімаксних видів або швидшу заміну піонерних видів на клімаксні.

Залежно від обраного методу підхід буде різним. Тому також говорять про догляд, який відповідає методу облаштування.

Увага:

- Успішності конструкції можуть суттєво загрожувати заходи догляду, які проводяться неправильно, занадто інтенсивно або в неправильний час.
- Тому неправильний і недоречний догляд гірше, ніж відсутність догляду.

Зазвичай розрізняють три етапи догляду, які базуються один на одному:

1. *Догляд до завершення облаштування*

Сюди входять усі заходи для забезпечення успішного росту, зокрема для рівномірного розміщення та інтенсивного проростання рослин у ґрунт основи схилу вздовж середнього (літнього) рівня. Таким чином, цей етап догляду слугує запорукою готовності прийняти конструкцію, якщо її створив підрядник.

Тривалість: зазвичай один вегетаційний період.

2. *Догляд у період розвитку*

Спрямований на функціональний стан конструкції. Характеризується вибірковим доглядом для контролю за приростом деревини.

Вирішальними для цього є, серед іншого:

- бажана цільова рослинність;
- бажаний на схилі в «кінцевому стані» просторовий розподіл рослин, який, у свою чергу, слугує як берегоукріпленням, так і певним захистом сусідніх об'єктів користування або ж забезпечує належну пропускну здатність перерізу русла водотоку.

Відповідно до вищезазначених пунктів цей догляд повинен створити закритий деревостан, що складається з порід, відповідних до даного місцезростання, і в подальшому вимагатиме мінімум зусиль для обслуговування.

Тривалість: зазвичай від двох до восьми років.

Примітка: залежно від методу, початкова стадія часто завершується після одного вегетаційного періоду, але також може поширюватися на час догляду в період розвитку.

3. *Догляд для підтримання стану (Підтримувальний догляд)*

Метою є забезпечення довгострокової стабільності деревостанів і їхньої постійної функціональності, котрі були «виплекані» в рамках догляду в період розвитку. В час підтримувального догляду може відбутися, напр., омолодження деревостану.

Примітка: чим природніший деревостан, тим менше доглядового втручання потрібно.

Тривалість: після завершення догляду в період розвитку, постійно.

Приклад:

В основу покладено метод облаштування за допомогою живців (див. додаток 1, метод облаштування № 1).

Після першого етапу догляду живці рівномірно розподілені схилом, зокрема, забезпечено їхнє рівномірне розташування уздовж середнього літнього рівня. Ця ділянка має особливе значення для процесів ерозії, які належить попередити, тож швидке проростання у ґрунт слід забезпечити насамперед тут. Тому всі дерева та кущі в нижній третині схилу від початку варто залишити у спокої.

Помірна обрізка дерев і кущів у середній ділянці схилу знижує конкурентний тиск і сприяє росту дерев і кущів у нижній третині схилу. Оскільки верби легко відростають знову, такий захід не означає знищення підрізаних рослин у середній частині схилу.

У перспективі гарантування пропускної здатності несумісне з тим, що верби у нижній третині схилу все більш істотно підвищують гідравлічну «шорсткість» у профілі русла водотоку. Тому в подальших етапах догляду зосереджувати увагу слід на вибірковому сприянні деревам, які формуватимуть пізніший деревостан – так званим «деревам майбутнього». Вони вирізняються особливою вітальністю (життєздатністю) і приростом.

Отже, приріст верби в нижній частині схилу обрізаємо, аби гарантувати пропускну здатність водотоку. Тим самим сприяємо вербам, розташованим вище на схилі, коріння яких поступово сягає нижньої частини схилу і бере там на себе функцію укріплення. Затінення цими великими деревами пригнічує повторне відростання живців, раніше посаджених в основі схилу. Це, у свою чергу, знижує затрати і зусилля на підтримувальний догляд в наступні роки.

6.3.2.5. Примітки до профілів у додатку

Ці профілі були створені сторонньою компанією Stowasserservice. Зазвичай вони стосуються закладення берегового схилу в діапазоні від 1:2 до 1:3.

Етапи облаштування зрозумілі самі собою і разом із приміткими в розділі «Помилки (їхні джерела) / Механізми збоїв» повинні дати змогу користувачеві правильно створювати такі конструкції, а також розумно їх модифікувати.

Особливе значення мають етапи догляду. У цій частині стає зрозумілим, яким чином прямувати до певного розподілу дерев і чагарників на схилі під час проведення заходів догляду. Також у контексті цих заходів догляду слід оцінити висновки у профілях щодо гідравлічного навантаження. За еталонну людину беремо зріст від 1,7 до 1,8 м (Stowasser 2021, особисте спілкування). Її можна використовувати, напр., на кшталт практичного мірила, щоб приблизно оцінити висоту та довжину схилу.

7. Інструменти водного права для розвитку водних об'єктів у Німеччині та в Україні

Заходи розвитку водних об'єктів регулярно опиняються поза правовим полем. Завжди існує ряд заходів, які потребують узгодження з відповідальними органами. У багатьох рішеннях адміністративні органи мають так звану свободу прийняття рішень на власний розсуд (межі повноважень). Досвід показав, що виконавчі органи, хоч і знають адміністративну базу, але не знають фахові технічні тонкощі, які іноді важливі, щоб можна було розвіяти будь-які наявні сумніви чи занепокоєння і на власний розсуд скористатися бажаним заходом розвитку водного об'єкта без юридичних помилок. Тут їм потрібна підтримка науково орієнтованих експертів. Але для того, щоб останні могли вести конструктивний діалог з експертами від влади, їм слід вміти розуміти «мову» управлінців і те, які саме адміністративно-правові проблеми вбачають фахівці виконавчої влади. Тільки таке вміння дає змогу за потреби адаптувати вибір заходів або тип їхньої реалізації таким чином, щоб були задоволені обидві сторони: адміністративна й фахово-експертна. На прикладі ситуації з водним законодавством у Німеччині наведені нижче роз'яснення мають на меті підви-

щити розуміння того, наскільки важливо мати змогу вести подібний діалог. Ці роз'яснення відображають досвід одного з авторів цього посібника, який працював у німецьких органах управління водним господарством, але сам не є юристом. І саме тому він добре знайомий з описаною проблематикою. Наведені нижче роз'яснення також можна розглядати як заявку на те, що саме могло б заслуговувати на увагу при імплементації ВРД ЄС в українське законодавство.

Роз'яснення навмисно скорочено і, до того ж, вони стосуються лише ситуації у Федеративній Республіці Німеччина. Роз'яснення частково ґрунтуються на висновках адвоката Фрьоліха, визнаного експерта з німецького водного права. Інші галузі права, які також можуть відігравати певну роль у заходах розвитку водних об'єктів у Німеччині, наприклад, Закон про охорону навколишнього середовища чи Закон про рибальство, тут не висвітлюються.

Федеративна Республіка Німеччина є федеративною державою. Існує 16 федеральних земель різного розміру. В галузі є федеральне законодавство та відповідні земельні закони. Відносини федерального та земельного законодавств регулюються в Основному законі. Основний закон (ОЗ) формує правовий і політичний суспільний устрій Федеративної Республіки Німеччини і є її чинною конституцією.

Що стосується питань водного права, то важливим є існування федерального Закону про водний баланс. Крім того, у кожній федеральній землі існує земельний закон про водні ресурси. Назви цих земельних законів відрізняються одна від одної в кожній землі.

По суті, повна відповідальність за регулювання водного законодавства лежить на федеральному уряді. Однак, відповідно до статті 72, пункту 3, № 5 ОЗ федеральні землі можуть приймати особливі положення, якщо вони не стосуються правових норм щодо споруд або речовин. Вирішальним фактором є те, коли який закон набув чинності: у цьому так званому конкуруючому законодавстві новіший закон має перевагу над попереднім.

Ці особливості не розглядатимуться тут далі. Для базового уявлення у цьому розділі достатньо розглянути відповідні норми Закону про водний баланс.

Як і в багатьох галузях права, певні дії потребують дозволу відповідного компетентного органу. Це стосується також і водного права. Дозвіл – це оголошення органу влади про те, що запланована дія відповідає чинному законодавству і що орган влади дозволяє цю дію. Таким чином, для відповідного поводження із водним об'єктом (незалежно від форми власності на нього) теж потрібен дозвіл.

Існують різні види дозволів. Який із них слід отримати в конкретному випадку, залежить певною мірою від того, хто саме подає заявку на право водогосподарського поводження із водним об'єктом і що саме має бути дозволено.

У Федеративній Республіці Німеччина заходи розвитку водних об'єктів, необхідні в рамках імплементації ВРД ЄС, в основному здійснюються так званими інстанціями, відповідальними за утримання водних об'єктів. Часто це громади або асоціації, створені з метою підтримання водних ресурсів. Вони відповідають за водотоки чи ділянки водотоків, які розташовані у межах їхньої відповідальності. Орган, відповідальний за утримання водного об'єкта, в основному має два варіанти дій, а саме впровадження заходів у рамках

- утримання водного об'єкта,
- трансформації водного об'єкта.

Заходи утримання водного об'єкта можна проводити без дозволів. Це виняток із процесу, описаного вище.

Заходи трансформації водних об'єктів потребують дозволу у формі затвердження проекту або затвердження плану. Трансформація водного об'єкта – це створення, усунення та значне перетворення водного об'єкта або його берегів. Це значне перетворення не обов'язково повинне бути візуально очевидним. Воно може мати місце також і тоді, якщо функціональна структура суттєво змінена, але це не проявляється візуально. Проводячи заходи розвитку водних об'єктів, необхідно також подбати про те, щоб не було недопустимого втручання у права власності третіх осіб.

У Федеративній Республіці Німеччина дозвіл на проектування – це особлива адміністративна процедура у законодавчо встановлених випадках (сюди входить також і трансформація водного об'єкта), щодо допустимості такої дії. Так зване затвердження плану схоже на затвердження проекту. Далі тут відмінності обговорюватися не будуть. Для фахівця-практика важливо, що ці дозволи пов'язані зі значними затратами і зусиллями на планування, а, отже, зазвичай потребують тривалішої процедури і більших коштів.

В цілому за заходи розвитку водних об'єктів можуть відповідати також і, скажімо, неурядові організації (НУО). Проте їм все ж потрібен дозвіл на заходи, які інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта, може здійснювати без дозволу. Зазвичай це буде так званий допуск. Отже, хоча захід такий же, однак дозвільний режим може дуже сильно змінитися в залежності від того, хто відповідає за цей захід. З точки зору дозвільного режиму у випадку заходів розвитку водного об'єкта, які є його трансформацією, НУО перебуває в тому ж становищі, що й інстанція, відповідальна за утримання: обидві повинні отримати погодження проекту або плану.

Тепер слід розглянути, які можливості має інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта, і яким обмеженням вона підлягає, якщо, усвідомлюючи виконання свого первинного завдання, хоче розбудовувати водний об'єкт шляхом, наближеним до природного. Перш за все, слід з'ясувати:

- Що таке утримання водного об'єкта?
- Хто може бути інстанцією, відповідальною за утримання водного об'єкта?
- Яке просторове розуміння утримання водного об'єкта?
- За яких умов можна проводити заходи розвитку водного об'єкта без дозволу?

Утримання водних об'єктів є завданням публічно-правового характеру. Це означає, що воно має служити на загальне благо, а не приватним інтересам окремих осіб. Досягнення цілей управління за ВРД ЄС є громадським інтересом, але він не єдиний, якого зобов'язана дотримуватися інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта.

Утримання водного об'єкта включає його розвиток та догляд за ним, що і бере на себе так звана інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта. Розвиток означає розвиток до стану, наближеного до природного. Поняття догляду зазвичай стосується такого стану водного об'єкта, який формується інтересами користування. Оскільки утримання водних об'єктів включає догляд ТА розвиток – а не: АБО розвиток – поверхневих водних об'єктів, то вже тут зрозуміло, що інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта, має виконувати свої завдання, зберігаючи баланс. Залежно від місцевості, цей баланс характеризується більше збереженням того стану, якого вимагає конкретне користування, або ж досягненням більш природного стану чи збереженням природних ділянок водного об'єкта. Щоб задовольнити потреби в розвитку водного об'єкта якнайкраще та без використання додаткових фінансових ресурсів, необхідні як високий рівень професійної компетентності, так і знання водного та приватного права.

Відповідно до закону інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта, є його власником, якщо тільки обов'язок утримання водного об'єкта відповідно до земельного законодавства не є завданням місцевих органів влади, водо- чи землегосподарських об'єднань, комунальних об'єднань спеціального призначення або інших схожих суб'єктів публічного права.

Державні нормативні акти, які покладають весь тягар утримання на так звані спілки утримання водних об'єктів, дають ту перевагу, що в таких спілках можна легше розвивати та об'єднувати компетенції. Звичайно, це не виключає конфлікту інтересів між приватними зацікавленнями та суспільним добробутом, але може його зменшити.

Подальші роз'яснення виходять із того, що власник водного об'єкта, як правило, не є інстанцією, відповідальною за його утримання. Швидше, наступні міркування ґрунтуються на вже згаданому розумінні, що такою інстанцією є громада чи спілка.

З точки зору простору обов'язок утримувати водні об'єкти, як правило, поширюється на територію між лівою і правою бровками схилу, незалежно від того, кому належать ділянки, які туди входять. Лише в добре обґрунтованих

виняткових випадках інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта, може діяти і на землі за верхньою бровкою схилу. Однак, у принципі, вона не зобов'язана цього робити. Діяти незалежно від того, хто власник території, можна лише тому, що законодавець надає інстанціям, відповідальним за утримання водного об'єкта, широкі права щодо неперешкоджання їхній діяльності власниками водного русла, безпосередньо і віддалено суміжних ділянок і навіть власниками різних дозволів. Однак це стосується лише заходів у рамках так званого «належного утримання водних об'єктів».

Щоб виконати зобов'язання із розвитку водного об'єкта як частини своїх обов'язків, інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта, в основному має два варіанти:

1. активні дії,
2. невиконання заходів з утримання водного об'єкта.

Активні дії

На думку визнаних експертів з водного права, трансформація водного об'єкта завжди потребує активних дій. Виконуючи їх у рамках утримання водного об'єкта, слід завжди зважати, щоб не перейти межі трансформації водного об'єкта. Лише до тих пір, поки активні дії залишатимуться в цих межах, інстанція, відповідальна за утримання, не потребує дозволу. Назагал розпізнати цю межу непросто, оскільки не існує юридичного визначення поняття «значне перетворення». При цьому як трансформація водного об'єкта, так і активні заходи його утримання втручаються в гідроморфологічні взаємозв'язки і в цьому відношенні схожі. Таким чином утримання та розвиток водного об'єкта можуть зливатися майже повністю. Вони утворюють об'єднання, в межах якого від певної межі закон передбачає процедуру погодження проектування або планування. Однак справді критичним перетин цієї межі є лише тоді, коли він неприпустимо зачіпає права власності третіх осіб, тобто приватно-правові інтереси.

З точки зору конституційного права межа між трансформацією та утриманням повинна пролягати там, де ефективна реалізація відповідних основних прав вимагає процесуальних гарантій. Саме в таких випадках проведення трансформації водного об'єкта без наявності відповідного дозволу може мати серйозні правові наслідки та призвести до позовів про відшкодування збитків. Це слід враховувати, зокрема, у заходах ініціювання самодинамічного розвитку водного об'єкта, які – на відміну від допускання такого самовільного розвитку – означають активні дії. Хоча перші такі заходи спочатку здаються незначними, подальший розвиток подій може спричинити істотну трансформацію та становити суттєве порушення права власності третіх осіб.

Для інстанції, відповідальної за утримання водного об'єкта, це означає наступне. Бажано (принаймні, на відкритій місцевості), щоб водотоки з шириною водної поверхні до 5 м за середнього рівня води праворуч і ліворуч від бровки схилу мали ділянки території не менше 30 м завширшки, вільні від будь-якого користування і доступні як частина коридору розвитку. В ідеалі ці смуги повинні належати інстанції, відповідальній за утримання водного об'єкта, без права відчуження чи здавання в оренду. У разі більш широких водотоків слід закладати ширші ділянки місцевості відповідно до більшої ширини коридору розвитку. Це гарантує, що самодинамічні процеси внаслідок активних дій не зумовлять позовів про відшкодування збитків, поки відбуватимуться на землі, вільній від користування. Така ситуація, принаймні в короткостроковій перспективі, виключить проблему неправомірного втручання у права власності третіх осіб. Лише тоді, коли викликані активні переміщення водотоку загрожуватимуть перетнути межу вільної території, доведеться наново оцінити ситуацію з точки зору прав власності. Час, який минатиме до виникнення цієї ситуації, варто проактивно використовувати для пошуку рішень. Незважаючи на це, згідно з німецьким законодавством потребують дозволу такі активні дії, вплив яких є не лише локальним, а й обмеженим вільною від користування територією. Та отримати дозвіл, навіть зважаючи на ситуацію з правами власності, не повинно бути проблемою, якщо водний об'єкт водночас має бути приведений у належний екологічний стан.

У разі відсутності такої земельної ділянки застосовуються наступні рекомендації. Якщо заходи розвитку водних об'єктів активно

впроваджуються, то вони мають бути здійснені таким чином, щоб їхня дія, наскільки це лише можливо передбачити, була обмежена локально і не порушувала права власності третіх осіб. Тільки тоді ці заходи можна в цілому впроваджувати без дозволу. Однак, оскільки не можна виключати, що водний об'єкт розвиватиметься інакше, ніж припускається, ефект від таких заходів слід супроводжувати спостереженнями. Якщо водотік розвивається інакше, ніж очікувалося, все ще є можливість своєчасно вжити коригуючих заходів – знову ж таки без дозволу. У разі активних дій перевага дії без дозволу протистоїть занепокоєнню ненавмисно посягнути на права власності третіх осіб. Досвідчена інстанція, яка знає свої водні об'єкти за роки спостережень, все ж може успішно впоратися з цією ситуацією.

Невиконання заходів з утримання водного об'єкта

Припинення заходів в цілому є законною формою утримання водного об'єкта. Поки що, як бачимо, в німецькій юрисдикції немає рішення, яке кваліфікує саме лише *невиконання заходів для підтримання стану* як трансформацію водного об'єкта (навіть якщо це спричинило або дає змогу очікувати самодинамічну зміну водного об'єкта). Трансформація водотоку завжди вимагає активних дій. Тому важливо, щоб напередодні такого самодинамічного розвитку не було активної діяльності, яка спричинила цей розвиток. Саме лише невиконання заходів може бути дуже бюджетним заходом розвитку водного об'єкта за умови, що є змога запобігти незаконному втручанню сторонніх осіб у водний об'єкт.

У цьому випадку інстанція, відповідальна за утримання, хоча й не має проблеми ймовірного проведення трансформації водного об'єкта без дозволу, але повинна переконатися, що її не можна звинуватити в неналежному утриманні водного об'єкта.

Це поняття відображає той факт, що інстанція в цілому несе відповідальність за заходи, передбачені законодавством у контексті утримання водних об'єктів. «Неналежне виконання» цих зобов'язань іноді може призвести до небезпечних ситуацій, які потім можуть потягти за собою збитки. Щоб мати змогу контролювати ці небезпечні ситуації, інстанція зобов'язана дбати за безпечну експлуатацію ввіреного об'єкта.

Тож у разі розвитку водного об'єкта без відповідного дозволу шляхом активних дій інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта, має вирішувати питання, як запобігти недопустимому втручанню в права власності третіх осіб. І водночас переконатися, що її неможливо звинуватити в неналежному виконанні обов'язку утримувати водний об'єкт внаслідок самої лише зупинки (класичних) заходів утримання в рамках розвитку водного об'єкта без отримання дозволу.

Однак, залежно від того, де відбуваються дії та з чим пов'язане припинення утримання водного об'єкта, причин для занепокоєння практично немає, і ось чому.

Існує загальне припущення, яке полягає в тому, що цього взагалі не варто боятися на відкритій місцевості та далеко від інфраструктурних об'єктів. Тому заходи з розвитку водного об'єкта через припинення заходів утримання доречні переважно на таких ділянках. Допускання обвалу берегів на відкритій місцевості, що не впливає на об'єкти інфраструктури, не слід оцінювати як шкоду, якій необхідно запобігти. Закон про водний баланс не містить жодних положень про те, як слід поводитися з обвалами берегів, які виникають у ході самодинамічного розвитку. Більшість земельних законів передбачають позов про компенсацію, але не зобов'язують відновити обвалений берег. Підняття дна, напр., через залишення мертвої деревини у водотоці, не є проблемою, доки вода проходить в руслі з нормальною витратою, а отже, не варто турбуватися про постійне великомасштабне заболочення прилеглих сільськогосподарських угідь.

Таке невиконання заходів (зокрема, залишення мертвої деревини у водотоці) може мати також і віддалені наслідки. Також існують перехідні ділянки (напр., між відкритою місцевістю і забудовами або ж на відкритій місцевості поблизу водних об'єктів розташовано об'єкти інфраструктури, варті захисту). Тому слід спостерігати за відповідним фрагментом водного об'єкта, щоб мати змогу прийняти

необхідне рішення щодо втручання в конкретному випадку.

Щоб, з одного боку, мати змогу суттєво заощадити витрати на утримання водного об'єкта, а з іншого уникнути звинувачень у неналежному його утриманні, таке вирішення конкретного випадку вимагає хорошого знання водного об'єкта в різних ситуаціях стоку та в різні пори року. Опісля слід вирішити, наскільки можливо припинити підтримувати стан водного об'єкта та які саме запобіжні заходи захисту доречні в імовірних небезпечних ситуаціях. Напр., залишити мертву деревину на місці без подальших заходів, залишити мертву деревину, але зафіксувати її, встановити уловлювач для мертвої деревини, вилучити мертву деревину частково або повністю тощо.

Важливо пам'ятати, що фермерство є приватною діяльністю. Як вбачається з чинної юридичної практики Федеративної Республіки Німеччина, утримання водних об'єктів стосовно сільськогосподарських угідь можна вважати неналежним лише в тому випадку, якщо невиконання заходів утримання призвело до сталої зміни ситуації на земельній ділянці та внаслідок цього серйозно і нестерпно порушено права власника прилеглої до водного об'єкта ділянки, так що користування нею поставлено під сумнів. Висадження дерев в зоні берегового схилу зазвичай не відповідає цьому критерію. Оптимальна організація дренажу земель сільськогосподарського призначення (тобто приватного користування) також є завданням землекористувача або землевласника. Лише коли, як показано вище, дно піднялося аж настільки, що нормальний стік води більше неможливий навіть за звичних умов та існує ризик великомасштабного заболочення, з якими сільськогосподарський користувач більше не може впоратися шляхом оптимізації свого дренажу, то зобов'язана втрутитися інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта.

Насамкінець слід зауважити: успішний розвиток водотоку залежить не лише від технічної та юридичної компетентності інстанції, відповідальної за утримання водного об'єкта, або особи чи установи, яка має право надати відповідний дозвіл. Не меншою необхідністю є припинення втручання у цей процес «сторонніх осіб із добрими намірами». Регулярно можна спостерігати, що власники чи користувачі територій, прилеглих до водного об'єкта, без дозволу втручаються в його гідроморфологічні взаємозв'язки, напр., вилучаючи мертву деревину, берегові насадження чи відклади, заповнюючи розмиви. У зв'язку із цим слід зазначити, що такі заходи, на які інстанція, відповідальна за утримання водного об'єкта, не потребує дозволу в рамках своїх обов'язків, потребують дозволу, якщо їх проводять сторонні особи, напр., власники чи користувачі прилеглих територій. Як показує досвід, зазвичай це не так. Однак вжити адміністративних заходів можна лише в тому випадку, якщо винних упіймають «на гарячому» або їхні дії можливо довести. Тут діє те ж саме відоме правило: кожен закон лише настільки хороший, наскільки добре його виконання. Усіх тих, для кого розвиток водних об'єктів є покликом серця, закликаємо підтримати впровадження цих рекомендацій.

Оцінка правової (юридичної) ситуації щодо управління водними ресурсами в Україні

В Україні правова ситуація щодо заходів з управління водними об'єктами в деяких аспектах ідентична тій, яка є у Німеччині і описана вище у цьому розділі. Тут також є відповідальні органи, які здійснюють догляд і проводять активні дії з утримання річок, прилеглих до них територій (ПЗС) та гідротехнічних об'єктів. Є аналогічні питання, пов'язані з виникненням юридичної відповідальності в уповноважених осіб, якщо для самовідновлення (самодинаміки) водотоку потрібне невиконання заходів з утримання річки, виконання яких покладено на цих осіб. Уточнення також потребують питання щодо планування і виконання заходів з догляду за річкою, для того щоб чітко розуміти, які з них не потребують погодження, а які потрібно обов'язково погоджувати з відповідальними органами, для того щоб ті хто здійснюють ці заходи, потім не понесли за це юридичну відповідальність. Тому далі пояснені головні питання існуючої правової ситуації в Україні щодо заходів з управління водотоками шляхом їх самовідновлення (самодинаміки) та перспектив вирішення цих питань у майбутньому.

У зв'язку з впровадженням в Україні ВРД ЄС за останні сім років відбулося відповідне реформування законодавства країни у водній галузі. Насамперед внесені відповідні зміни (ЗАКОН 2016) та оновлення Водного кодексу України (ВКУ 1995). Цей документ є головним законодавчим актом, який регулює основні правові (юридичні) питання щодо процесів відновлення водотоків (річок і струмків) до більш природного стану, відновлення або покращення їх екологічної функціональності, а також питання належного обслуговування.

Відповідно до Водного кодексу України центральним органом виконавчої влади, який реалізує державну політику у сфері розвитку водного господарства, управління, використання та відтворення поверхневих водних ресурсів є Державне агентство водних ресурсів України (Держводагентство). Серед багатьох завдань, які покладені на Держводагентство, до завдань, пов'язаних з правовими питаннями відновлення річок, можна віднести наступні: видача дозволів на проведення робіт на землях водного фонду; ведення моніторингу за переформуванням берегів; розробка схем комплексного використання та охорони водних ресурсів; забезпечення проектування, будівництва і реконструкції систем захисту від шкідливої дії вод; погодження проектів на проведення робіт на землях водного фонду; організація розроблення прогнозів зміни екологічного стану водних об'єктів; проведення заходів з екологічного оздоровлення поверхневих вод та догляду за ними (ПОСТАНОВА 2014). Слід зазначити, що Держводагентство виконує свої повноваження безпосередньо та через територіальні органи (басейнові управління і регіональні офіси водних ресурсів). Таким чином, Держводагентство (у т. ч. територіальні органи, установи та організації, що належать до сфери його управління), відповідно до покладених на нього завдань, несе відповідальність за заходи з відновлення водних об'єктів, у т. ч., пов'язані з відновленням (самодинамікою), а також біоінженерними методами будівництва.

Виконання робіт по догляду за річками і прибережними захисними смугами (ПЗС) та їх утриманню (або облаштуванню) здійснює експлуатаційний персонал спеціалізованих служб водогосподарських організацій територіальних органів Держводагентства. Отже, на практиці остаточну відповідальність за заходи з розвитку конкретних водних об'єктів несе відповідний персонал (оглядачі) спеціалізованих служб водогосподарських організацій. Слід зазначити, що проведення цих заходів з утримання (або облаштування) річок і ПЗС не потребує отримання дозволів, погоджень або створення проєктів тощо і не веде до трансформації водного об'єкта (не є «активними діями»). Однак, як і у Німеччині, всі інші фізичні та юридичні особи не можуть і не уповноважені здійснювати заходи щодо утримання або розвитку водних об'єктів без погодження з відповідними територіальними органами Держводагенства.

Слід зазначити, що ще у 2001 р. в Україні був введений в дію Відомчий нормативний документ (ВНД) «ВНД 33-5.5-08-2001. Річки. Виконання робіт по догляду» (ВНД 2001). Цей документ встановлює єдиний механізм та порядок робіт по догляду за річками і ПЗС та їх утримання (або облаштування).

Догляд – комплекс організаційно-технічних заходів, які спрямовані на відтворення природного стану об'єктів догляду (річок і ПЗС) та підтримання їх у належному стані. Догляд за річками і ПЗС включає: 1 – нагляд за господарською діяльністю на річках та ПЗС; 2 – нагляд за якістю води в річках; 3 – нагляд за дією вод на русла річок, землі прибережних захисних смуг, гідротехнічні споруди, за їх деформацією, пропускною здатністю русел; 4 – проведення обстежень щодо встановлення видів, обсягів та строків виконання робіт на об'єктах догляду; 5 – виконання поточних робіт з облаштування об'єктів догляду. Нагляд за господарською діяльністю на річках, ПЗС, якістю води та за дією вод на русла річок та землі ПЗС повинні здійснюватись шляхом маршрутних спостережень. Останні є організаційними заходами, які спрямовані на отримання інформації щодо об'єктів догляду, що проводяться на встановлених ділянках.

Обстеження повинні проводитись періодично (тричі на рік) або позачергово (якщо потрібно встановити обсяги втрат і пошкоджень на об'єктах догляду). Обстеження проводять ко-

місії. До складу комісій включають фахівців організації, що здійснює догляд за річками, ПЗС та гідротехнічними спорудами, фахівців проєктної групи (або проектних інститутів), а також представників органів місцевої влади. За результатами обстеження складають акт стану річкової ділянки, на підставі якого складають переліки поточних робіт щодо її облаштування. Границі (довжина) річкових ділянок можуть становити від 200-300 км до 400-500 км і установлюються за басейновим принципом залежно від категорії складності умов щодо догляду за річками та ПЗС. Кожна річкова ділянка розбивається на річкові ділянки довжиною від 25-30 км до 36-40 км на одного оглядача. Границі прив'язують до стійких елементів об'єктів догляду, границь господарств, водо- та землекористувачів, ділянок, що не входять у регламент догляду. За зовнішні границі ділянок річок і ПЗС, на яких здійснюється догляд та утримання (або облаштування), приймають зовнішні границі ПЗС річок. Границі ділянок закріплюють на місцевості спеціальними водоохоронними знаками встановленого зразка.

Згідно з ВНД 33-5.5-8-2001 до робіт щодо облаштування річкових ділянок відносяться: а) очистка русел річок і ПЗС від сміття; б) розчищення русел річок від водопідпірних споруд, які створені без відповідних дозволів і погоджень; в) очистка ПЗС від забруднення; г) залуження та залісення ПЗС навколо джерел, ділянок, очищених від сміття та забруднень, вибіркове залуження й залісення берегів річок і ПЗС; д) дрібний поточний ремонт гідротехнічних споруд; е) рубки догляду за лісонасадженнями в межах ПЗС; ж) установлення, догляд і відновлення водоохоронних знаків. Роботи з утримання (облаштування) річок, ПЗС та гідротехнічних споруд ведуть оглядачі згідно з узгодженим переліком. Перелік робіт складає начальник дільниці на основі акту обстеження об'єктів догляду. Облаштування на об'єктах догляду виконують із застосуванням ручного інструменту, засобів малої механізації та використанням місцевих матеріалів. Навколо джерел і в місцях локального розмиву берегів створюють осередки лісонасаджень із вологолюбних дерев і чагарників. Для залісення використовують сіянці, саджанці, укорінені та не укорінені живці, кілки. Посадку проводять у сприятливі пори року (без застосування добрив і отрутохімікатів). Кожні 2-3 роки проводять санітарні рубки дерев і чагарників, русла річок розчищають від заростей і завалів дерев. Деревину та хмиз використовують для ремонтних робіт, зелені гілки – для вибіркового залісення.

Отже, для запуску процесу самовідновлення (самодинаміки) на окремій ділянці річки всі відповідальні за її утримання особи (перш за всіх – оглядач) мають припинити виконувати свої обов'язки (за виключенням очищення від сміття і забруднень), пов'язані з виконанням робіт щодо облаштування річкових ділянок. Для того щоб ці особи не понесли за не виконання заходів з утримання обраних річкових ділянок дисциплінарної і, можливо, юридичної відповідальності потрібно щоб таке не виконання заходів було погоджено їх керівництвом (керівниками територіальних органів або головою Держводагенства). Крім того, як і в Німеччині, щоб уникнути проблем неправомірного втручання у права власності третіх осіб, треба продовжувати виконання робіт по догляду ділянки річки і ПЗС, з метою контролю і, за необхідності, зупинки процесу саморозвитку (самодинаміки) річки на цій ділянці для недопущення охоплення цим процесом ділянок, які не входять у регламент догляду (наприклад, приватних земельних ділянок або земель сільськогосподарського призначення тощо). Тобто, при ініціюванні самовідновленню річки на обраній ділянці треба забезпечити щоб цей процес не вийшов за зовнішні межі ПЗС річки на цій ділянці, якщо це не було заплановано та відповідним чином узгоджено з власниками земельних ділянок поряд з ПЗС річки на цій ділянці.

Розглядаючи водотоки в контексті процесів їх самовідновлення в межах розвитку водного об'єкту – природного мандрування річкових русел, перш за все слід розуміти, що їх розвиток буде відбуватися в руслах річок і на землях ПЗС вздовж річок. Тому далі основна увага приділена правовому визначенню меж ПЗС вздовж річок. Згідно з статтею 4 Водного кодексу України (ВКУ 1995), а також відповідно до статей 19 та 58 Земельного кодексу України (ЗКУ 2002), річки і землі ПЗС вздовж річок належать за своїм основним цільовим

призначенням до категорії земель водного фонду (крім тих земель, що зайняті лісами, які є землями лісогосподарського призначення). Згідно з статтею 88 Водного кодексу України ПЗС встановлюються на земельних ділянках всіх категорій земель (за виключенням земель водного транспорту) та, відповідно до абзацу 5 цієї ж самої статті, землі ПЗС річок перебувають у державній і комунальній власності та можуть надаватися в користування лише для цілей, визначених Водним кодексом України. Земельні ділянки ПЗС, а також інші ділянки земель водного фонду, можуть передаватися лише на умовах оренди громадянам та юридичним особам органами виконавчої влади або органами місцевого самоврядування виключно для цілей, які визначені у абзаці 3 статті 85 Водного кодексу України та пункті 4 статті 59 Земельного кодексу України. Користування земельними ділянками ПЗС у зазначених цілях здійснюється з урахуванням вимог щодо охорони річок та інших водних об'єктів від забруднення, засмічення та замулення. Окремо зазначимо, що відповідно до вимог Водного та Земельного кодексів України землі ПЗС вздовж річок використовувати для сільського господарства заборонено, а всі об'єкти, що знаходяться у межах ПЗС, можуть експлуатуватись, якщо не порушується при цьому режим ПЗС. Крім того, якщо з різних причин окремі приватні земельні ділянки, які призначені для садівництва та городництва, потрапляють у межі ПЗС річки, то органи Прокуратури України будуть скасовувати таке рішення в судовому порядку.

Зазначимо, що ПЗС вздовж річок є частиною водоохоронної зони (ВОЗ) річок відповідної ширини, яка призначається для створення сприятливого режиму річки, попередження її забруднення, засмічення і вичерпання, знищення навколоводних рослин і тварин, зменшення коливань стоку річок. ВОЗ річки й інших водних об'єктів є природоохоронною територією господарської діяльності, що регулюється. Порядок визначення розмірів і меж ВОЗ та режим ведення господарської діяльності в них встановлюється Кабінетом Міністрів України (ПОСТАНОВА 1996). Слід зазначити, що на практиці на території країни кількість ВОЗ дуже незначна. Це пов'язано з тим, що зовнішні межі ВОЗ визначаються за спеціально розробленими проєктами, але кошти на їх виготовлення не виділяються. За умови відсутності проектів землеустрою ВОЗ подальший розгляд правових питань щодо використання їх територій для самовідновлення річок тут немає сенсу, тому надалі вся увага присвячена питанню визначення ПЗС річок.

ПЗС встановлюється вздовж обох берегів річок (струмків і потічків) уздовж урізу води у меженний період. Внутрішня межа ПЗС річки (як і внутрішня межа ВОЗ), збігається з лінією мінімального рівня води у меженний період. На місцевості зовнішні межі ПЗС закріплюють спеціальними інформаційними знаками. Для визначення зовнішніх меж ПЗС річки Водним і Земельним кодексами України передбачено лінійний (геометричний) підхід, згідно з яким ширина і межі ПЗС встановлюється залежно від площі водозбору річки та крутизни схилів. Відповідно до статті 60 Земельного кодексу України та статті 88 (з урахуванням статті 79) Водного кодексу України ширина ПЗС річки складає: для малих річок, струмків і потічків (з площею водозбору до 2 тис. км^2) – 25 м; для середніх річок (з площею водозбору від 2 до 50 тис. км^2) – 50 м; для великих річок (з площею водозбору більш ніж 50 тис. км^2) – 100 м. Якщо крутизна схилів перевищує три градуси, то мінімальна ширина ПЗС річки подвоюється. Слід зазначити, що у межах існуючих населених пунктів розмір ПЗС річки встановлюється з урахуванням містобудівної документації та може бути зменшений.

Визначені Водним і Земельним кодексами України норми щодо ширини ПЗС річки є імперативними. Тому для встановлення ПЗС за межами населених пунктів не потрібно розробляти спеціальні проекти землеустрою! Тут треба знати положення внутрішньої межі ПЗС (лінії урізу води у меженний період), відносно якої встановлюють зовнішню межу ПЗС (на відстані, яка дорівнює ширині ПЗС даної річки). Зазначимо, що для річок, які у меженний період року повністю пересихають (наприклад, малі річки на півдні України), встановлення зовнішніх меж ПЗС потрібно виконувати від середини річки (зазвичай, лінії найменших позначок дна в руслі річки). Для таких річок внутрішня межа ПЗС буде співпадати з місцем (лінією), де зникає вода перед

повним пересиханням русла (Loboda, Hryb, Yarov., Pylypiuk, & Balan 2020).

Отже, сума подвійної ширини ПЗС річки та ширини самої річки у меженний період року, дорівнює тій мінімальній ширині коридору розвитку водного об'єкту, в межах якого може відбуватися відновлення (самодинаміка) річки без виникнення правових порушень і юридичної відповідальності. За наявності проектів землеустрою ВОЗ річок мінімальна ширина коридору відновлення (самодинаміки) може дорівнювати розмірам ВОЗ. Однак, для тих ділянок річок, які знаходяться у межах існуючих населених пунктів, де розміри ПЗС встановлюються з урахуванням містобудівної документації, ширина ПЗС може бути менша ніж зазначено вище або дорівнювати ширині річки. Такі ділянки річок будуть належати до транзитної зони з обмеженою (або повністю відсутньою) самодинамікою.

Звичайно, в реальності є різні порушення вимог Водного або Земельного кодексу України щодо режиму і меж ПЗС річок (наприклад, хтось в межах ПЗС незаконно вирощує пшеницю, влаштував гноєсховище або навпаки створив базу відпочинку, дачу). Однак, всі ці порушення не є законною перешкодою для процесів самодинаміки річок в ПЗС або впровадження дозволених біоінженерних методів будівництва. Особи, які виявили порушення режиму і меж ПЗС, мають повідомити про це правоохоронні органи (міжрегіональні територіальні органи державної екологічної інспекції, національну поліцію, органи прокуратури України). Слід зазначити, що частина цих порушень, нажаль, не виявляється та не усувається своєчасно через не виконання вимог діючих нормативних актів, у тому числі, по догляду за річками. У свою чергу, їх не виконання пов'язано з браком відповідних кадрів (фахівців, персоналу), нестачею фінансування тощо. Крім того, деякі з зазначених вище правопорушень знаходяться на ділянках річок, які не входять в границі догляду, що здійснюється фахівцями (персоналом) спеціалізованих служб водогосподарських організацій. Наприклад, на річкових ділянках переданих на умовах оренди чи на ділянках ПЗС річок, які знаходяться в межах населених пунктів або територіальних громад. На цих ділянках відповідальність за дотримання вимог діючих нормативно-правових актів несуть органи виконавчої влади або органи місцевого самоврядування. У будь-якому випадку всі ці порушення режиму і меж ПЗС виявляються та ліквідуються, а порушники несуть відповідальність згідно з чинним законодавством України.

На сьогоднішній день в Україні існують лише одиничні приклади відновлення течії води та профілів русел малих річок до форм, які наближені до природних. Деякі проекти реалізовані в межах Одеської області. Напр., проект реконструкції русла річки Ягорлик, який завершився у 2021 році та здійснювався шляхом штучного відновлення наближених до природних основних гідроморфологічних характеристик і усунення штучних перешкод в руслі цієї річки на ділянці дещо більше 8 км від села Довжанка до села Розівка (МІНДОВКІЛЛЯ 2021). Втім, фактично це проект «будівельно-монтажних робіт», який здійснювався з використанням відповідної будівельної техніки шляхом ліквідації підпірних споруд (насипів, загат) у руслі, створення водопропускної споруди в дамбі автодороги та розчистки річища від кореневищ очерету та мулових відкладень (ЗВІТ 2020). Зазначимо, що у майбутньому на цій ділянці річки Ягорлик слід очікувати активне самовідновлення, тому що фізичних та юридичних перепон для цього майже немає.

Однак, слід зазначити, що питання пов'язані з відновленням річок, далекими від їх природного стану, в Україні стають все гостріше. Тому в 2022 році Держводагенство вирішило розв'язати цю проблему шляхом ренатуралізації річок (ДЕРЖВОДАГЕНСТВО 2022). За даними оцінки ризиків антропогенних впливів на стан МПВ категорії «річки», здійсненої у рамках підготовки ПУРБ, визначено, що 62% МПВ в Україні є такими, які перебувають під екологічним ризиком, 40% – під ризиком гідроморфологічних змін. Ці дані є основою для формування програми заходів ПУРБ (ПОСТАНОВА 2017), які, в тому числі, включають заходи з ренатуралізації. Саме тому була розроблена дорожня карта ренатуралізації річок (ДЕРЖВОДАГЕНСТВО 2022). Вона розрахована на найближчі 10 років і містить три основні блоки: законодавство, впровадження карти та публічно-промоційну діяльність. Ці блоки пе-

редбачають, зокрема, аналіз діючого законодавства України та ЄС, підготовку пропозицій і розробку нових нормативно-правових актів, необхідних для реалізації заходів, розробку та впровадження безпосередньо заходів з ренатуралізації, з урахуванням принципів ВРД ЄС та соціальних потреб населення нашої країни, проведення комунікаційних кампаній з залученням всіх зацікавлених сторін тощо.

Прогнозування деформацій русел річок під час процесів самодинаміки в межах заданого коридору розвитку водотоку з метою ренатуралізації (відновлення) річок, слід виконувати на підставі комплексних досліджень гідрологічного режиму річки і морфологічної будови русла. Ці дослідження мають враховувати тип руслового процесу, геологічні умови, динаміку розвитку цілісних морфологічних структур русла і заплави – макроформ (заплавних масивів, річкових заворотів, островів), мезоформ (стрічкових гряд, побочнів, осередків), мікроформ у вигляді гряд тощо. Для цього потрібно розробити та офіційно затвердити єдині порядок і методику ренатуралізації річок (у тому числі, шляхом самовідновлення водотоку). Необхідно щоб було чітко визначено який підхід до відновлення (саморозвитку) річок має бути використаний за тих чи інших вихідних умов (наприклад: 1 – якщо русло річки у минулому було штучним чином спрямлене та/або каналізоване, однак досі збереглися старі меандри русла (результат природної саморозвитку річки у минулому), в яких ще можна відновити стік; 2 – якщо на ділянці річки, де раніше було водосховище, яке ухвалено ліквідувати, а на його ділянці відновити природне русло річки, положення прирічкового русла відоме з старих карт) та багато інших питань.

Певні напрацювання з цих питань викладені в публікації, яка підготовлена виконавцями пілотного проекту «Екологічне відновлення ділянки річки Ягорлик від села Довжанка до села Розівка» (Дьяков & Голубєв, 2021).

Зазначимо, що в Україні вже давно офіційно використовують інженерно-біологічні методи гідротехнічного будівництва (ВБН 2000). Ці методи застосовуються для проведення берегоукріплювальних робіт при регулюванні русел річок. Наприклад, біологічні кріплення використовують для підвищення надійності різних споруд, а в окремих випадках є самостійними захисними заходами, або застосовуються як підстилкові кріплення для захисту підошви укосів берегів річки від розмивання. Зауважимо, що існуючі методи біоінженерії (як офіційно прийняті в Україні, так і ті, які наведені як приклади у додатку до цього посібника) мають використовуватися не тільки для захисту берегів водотоків від розмиву. У майбутньому в Україні методи біоінженерії повинні застосовуватися і поширюватися для ініціювання та зупинки самодинамічного процесу майже природного розвитку річок.

Крім того, на законодавчому рівні потрібно ввести та прийняти відповідну термінологію, наприклад: «саморозвиток (самодинаміка) водотоку», «коридор розвитку водотоку», «ренатуралізація водотоку» тощо.

Наприкінці слід зазначити, що під час планування заходів з наближеного до природного відновлення річок треба обов'язково враховувати те, що велика їх кількість буде знаходитися на територіях, які будуть забруднені вибухонебезпечними предметами внаслідок ведення бойових дій. З урахуванням цього (можливої небезпеки), а також ймовірного дефіциту коштів в умовах діючого зараз воєнного стану і післявоєнного періоду, варто обирати найбільш економічно вигідні (найдешевші), але водночас найбільш «природніші» проєкти відновлення наближеного до природного відновлення річок. Саморозвиток (самодинаміка) річок для цієї мети є максимально вигідними, тому що є менш небезпечним з погляду відсутності або мінімального обсягу заходів, пов'язаних з залученням спеціальної будівельної техніки та земляними роботами під час відновлення наближених до природних морфометричних характеристик русел річок, а, відповідно, з меншими шансами підірватися на мінах й інших боєприпасах.

Глосарій

Змінене середовище існування & шлях зміненого променя

У контексті концепції крайового ефекту зміненим середовищем існування або шляхом зміненого променя називають ділянку водного об'єкта, абіотичні фактори якої (зокрема, структура водного об'єкта) настільки сильно порушені, що незалежний розвиток локального біоценозу відповідно до доброго екологічного стану неможливий. Цей добрий екологічний стан можна запровадити лише завдяки віддаленому впливу сусіднього шляху зміненого променя або ядра середовища існування. Це стане можливим лише в тому випадку, якщо абіотичні фактори, зокрема структура водного об'єкта, зміненого середовища існування або шляху зміненого променя не опускатиметься нижче певного мінімального рівня якості. Так званий наскрізний шлях променя, який менший від цих мінімальних вимог, але є досить коротким, не суперечить цій концепції.

Основа схилу

Ліва або права межа русла водного об'єкта, особливо тієї частини, що лежить нижче меженної лінії (DWA 2020).

Укріплення основи схилу

Зміцнення основи схилу гідротехнічними заходами. Як правило, використовуються неживі будівельні матеріали (наприклад, дерево, камінь).

Верхня бровка схилу

Якщо поперечний переріз річки можна приблизно описати як трапеціє-подібний профіль, то верхню бровку схилу слід шукати на ділянці, де схил переходить у навколишній рельєф, тобто – на підході до водотоку з боку суші – має першу точку перегину. Оскільки на практиці точну точку неможливо чітко визначити математичним шляхом, то до обов'язків відповідальних органів водних ресурсів у Німеччині часто входить визначення лінії верхньої бровки схилу на випадок спору.



Самодинаміка

Поняття «самодинаміка» описує процеси, за яких водний об'єкт сам по собі формує (відновлює) структури, відповідні до свого типу, під дією сили проточної води і пов'язаних із цим донних переміщень або й зміщення самого дна і берегів чи перешкоджає їхній деградації.

В цілому для самодинамічних процесів можна виділити два напрями дії: «самовідновлення» деградованих водотоків переважно за рахунок бокових зміщень, після самовідновлення, «підтримка динаміки» переважно внаслідок донних переміщень у профілі. Наскільки дозволяє морфологія долини, процеси переміщення ніколи не зупиняються (відділення Німецької асоціації управління водними ресурсами, стічними водами та відходами у Саксонії/Тюрінгії 2020).

Коридор розвитку

Це ділянка уздовж водного об'єкта, доступна для його сталого розвитку, наближеного до природного (а, отже, і для самодинамічних процесів). Зазвичай із береговою смугою, прямо прилеглою до водотоку і вільною від користування. Розміри коридору розвитку залежать від типу та розміру водного об'єкта. В ході самодинамічних процесів такий діапазон ширини у принципі дає змогу створити комплекс структур, із яким можна досягти доброго екологічного стану (TLUG 2011).

Гідравлічно ефективна довжина

Гідравлічно ефективною довжиною є ділянка буни, яка виступає у профіль водного об'єкта і тому є визначальною для бажаного впливу на течію під час відповідної витрати.

Гідроморфологічні взаємозв'язки

Під гідроморфологічними взаємозв'язками розуміють взаємозв'язки між компонентами стоку, транспортування наносів та морфології водного об'єкта. Відповідно, ВРД ЄС визнає такі гідроморфологічні компоненти якості для водотоків: водний баланс (стік та динаміка стоку, сполучення з підземними водними об'єктами), прохідність водного об'єкта, морфологічні умови (зміна глибини та ширини, структура та субстрат русла, структура прибережної зони) (UBA 2018).

Інженерна біологія

Інженерна біологія – це одна зі сфер будівництва чи облаштування, яка переслідує технічні, екологічні, творчі та економічні цілі за рахунок використання живих будівельних біоматеріалів (у деяких випадках у поєднанні з неживими). Пріоритетними заходами є захист схилів, протиерозійний захист, берегоукріплення, а також облаштування водних об'єктів та гідротехнічні споруди – обидва напрямки наближені до природних.

Застосовуючи інженерну біологію в гідротехніці, використовуємо знання, пов'язані з ландшафтною екологією та технологією насаджень, для захисту і збереження берегових схилів та сусідніх із ними ділянок, а також для їхнього розвитку, в т.ч. самодинамічного (DWA 2020 a; DWA 2020 b).

Початкова стадія

Описує період часу в розвитку інженерно-біологічних методів будівництва між завершенням облаштування та його бажаною повною ефективністю. Вона включає ранню стадію природно виниклої або штучно створеної рослинності (DWA 2020 a; TLUG 2018).

Ядро середовища існування

У контексті концепції крайового ефекту ядром середовища існування або джерелом променя називається достатньо довга ділянка водного об'єкта, система абіотичних факторів якої (зокрема, структура водного об'єкта) настільки близька до природної, що там можливе самостійне середовище існування, відповідне до доброго екологічного стану. Водночас ця ділянка водного об'єкта віддалено позитивно впливає на сусідні ділянки, не призводячи до погіршення локального біоценозу ядра середовища існування або джерела променя.

Клімаксна рослинність & клімаксна стадія

В екології клімаксна рослинність – це відносно стабільний кінцевий стан рослинності, що розвивається на місцезростанні упродовж сукцесії. Цей кінцевий стан також називають клімаксною стадією або клімаксом. З точки зору вивчення рослинності, рослинне угруповання, яке виникає в клімакс, також називають клімаксним угрупованням (щодо лісу також кінцева стадія

розвитку лісу). Види, характерні для цього клімаксного угруповання, також називаються клімаксними видами, а для лісу в клімаксній стадії – стабільними лісовими породами (WIKIPEDIA, 2021).

Піонерні насадження

Піонерними називають рослинні угруповання, які першими повністю або частково колонізують території, вільні від рослинності (DWA 2020 a). Породи, які першими колонізують такі місця, теж називаються піонерними. Ділянки на водотоці, придатні для заселення піонерними деревами, можуть виникнути в результаті порушення режиму, який характеризується сильною і частою зміною рівня води, переміщенням донних наносів, пов'язаними з ним перенесенням відкладів і льодоходом. Це так звана зона змінного рівня води. Описаний порушений режим знову й знову «відстрочує» сукцесію, так що в цій зоні за природних умов неможливо спостерігати закономірну хронологічну послідовність угруповань: піонерні, проміжні та стабільні.

Потенційно природний стан водотоку

Якщо розглядають лише гідроморфологічні особливості, то говорять про потенційно природний стан водотоку. Це слід розуміти як цілісний, типовий для природного середовища водотік із природною динамікою русла та заплави, яка настала б у тривалій перспективі за сталих кліматичних умов, коли збудовані споруди були б вилучені та зникли б усі види користування водотоком та біля нього (LAWA 2004).

Потенційно природний стан

Потенційно природний стан – це той стан, який виник би, якби більше не було забруднень, спричинених людиною (техногенних стресів), а панували б природні умови. Розуміння потенційно природного стану є дуже об'ємним і включає, напр., і локальний біоценоз водотоку та його заплав, і стан хімічного забруднення. У мові ВРД ЄС потенційно природному стану відповідає термін «референційний стан» або використовується термін «референційні умови». Там він означає дуже добрий (відмінний) екологічний стан. Хоча потенційно природний стан описує максимально можливу мету розвитку водного об'єкта, нехтуючи соціально-економічними рамковими умовами, та перш за все він відіграє роль мірила для аналізу.

Очищення дна

Усунення відкладів наносів і мулу в руслі водного об'єкта описується терміном очищення дна. Його можна проводити вручну або за допомогою відповідного механічного обладнання. На відкритій місцевості очищення дна, як правило, не потрібне, доки вода (все ще) має нормальну течію і де не варто побоюватися вираженого заболочення біля берега. Однак, поблизу населених пунктів і в них самих необхідно зважати на те, щоб сток води був достатнім. Для цього може знадобитися очищати дно.

Місцевий

В ідеалі використовувані рослини повинні бути також і місцевими. За трактуванням SMUL поняття «місцеві» визначається так: «Комплекс рослин, адаптований до місцезростання, при чому рослини походять із популяцій місцевих таксонів, які розмножувалися у природній зоні (напр., на ділянці інженерно-біологічного облаштування) протягом тривалого періоду часу в кількох поколіннях та щодо яких можна припустити генетичну диференціацію від популяцій того ж виду з інших природних зон» (SMUL 2005).

Концепція крайового ефекту

Концепція крайового ефекту базується на понятті крайового ефекту. Крайовим ефектом називається зміна екологічного стану або потенціалу структурно порушеної ділянки водного об'єкта сусідньою ділянкою, стан якої наближений до природного і система абіотичних факторів якої дає змогу самостійно розвивати добрий екологічний стан. Крайовий ефект ґрунтується на (активній) імміграції або дрейфі організмів, типових для даного водного об'єкта, із ділянок зі станом, наближеним до природного, вище або нижче за течією. На додачу до цього ефекту, який, мабуть, є найважливішим для практики, можна також припустити посилюючу дію позитивних умов довкілля від сусідньої ділянки зі станом, наближеним до природного.

Крім позитивного крайового ефекту мислимий також і негативний, а саме погіршення екологічного стану або потенціалу ділянки, порушеної структурно незначною мірою, через вплив сусідніх деградованих ділянок.

Картографування структурних одиниць

Картографування структури водного об'єкта – це метод запису та оцінки цієї структури. Методи є різні. Найточнішими методами картографування структури водного об'єкта є техніки запису параметрів, які належить враховувати, безпосередньо на місці (так звані методи «на місці»). У Федеративній Республіці Німеччина рекомендовано використовувати два методи: так званий «рекомендований метод LAWA для картографування структури водних об'єктів, метод для малих і середніх водотоків» (LAWA 2019 a) і так званий «рекомендований метод LAWA для картографування структури водних об'єктів, метод для середніх і великих водотоків» (LAWA 2019 b). Відбувається збір параметрів, які є мірилом екологічної якості структур водних об'єктів (DWA 2020 a).

Показники параметрів оцінюються для кожної ділянки відповідно до типу водотоку. Мірилом є поточний потенційно природний стан.

Сукцесія

«Сукцесія – це самостійний поступовий розвиток рослинності в місцезростанні, який шляхом змін видового складу веде до нових рослинних угруповань. Цей розвиток характеризується закономірною хронологічною послідовністю біоценозів (піонерні, проміжні та стабільні) в рамках біотопу. Стабільне угруповання в Центральній Європі – це завжди лісове угруповання» (TLUG 2015).

Донна ерозія

Швидке або тривале, значне зниження середнього рівня дна на ділянці водного об'єкта, викликане надмірним виносом донних відкладів. Такі процеси часто відбуваються в результаті гідротехнічних втручань, напр., звуження профілю русла або випрямлення річки, особливо при порушенні балансу наносів (TLUG 2011).

Мертва деревина

Поняття мертвої деревини використовується як збірне для мертвих дерев або їхніх частин. У цьому сенсі поняття включає мертві гілки, сучки, пеньки або цілі стоячі та лежачі дерева у річках і струмках. Мертва деревина є невід'ємною частиною природних водотоків. Залишаючись у руслі або профілі водного об'єкта, мертва деревина відіграє центральну роль у самодинамічних процесах. Вона має високу екологічну цінність як середовище проживання численних видів комах і птахів (DWA 2020 a).

Прибережна смуга

Це – смуга території в межах коридору розвитку паралельно до водного об'єкта по один чи (бажано) по обидва його боки. На прибережних смугах зазвичай немає користування (хоча частково може бути екстенсивний тип) і вони зазнають сукцесії. В ідеалі ширина смуги відповідає ширині коридору розвитку. За необхідності ширину можна регулювати поетапно. Необхідно враховувати важливість як буферної функції смуги, так і її важливості як простору для розвитку (TLUG 2011).

Неприродно поглиблене дно

У потенційно наближеному до природного стані більшість водотоків зазвичай мають мілкий широкий профіль. Процеси, викликані втручанням людини, зумовлюють донну ерозію і, як наслідок, неприродно поглиблене дно.

Цільова рослинність

Цільова рослинність – це основна структура популяції рослин, на яку спрямовано планування заходів реструктуризації або розвитку водного об'єкта. Конкретні види рослин не описано. Цільова рослинність включає різні форми рослинності, напр., газони, високе різнотрав'я, луки, очерет, чагарники, дерева або деревостани, наближені до природних. Цільова рослинність має відповідати місцезростанню, гідравлічним факторам і користуванню (DWA 2020 a; TLUG 2015).

Список використаних джерел

Німецькі джерела

DACHSEL, K., A. STOWASSER & A. ROLOFF (2018): Bestimmung wichtiger Salix-Arten am Naturstandort und ihre Verwendung in der Ingenieurbiologie. ProBaum, Вип. 2018 № 3: 15-20.

DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (Вид.) (2018): Merkblatt DWA-M 620-1, Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern Teil 1: Grundlagen und Bauweisenauswahl. Hennef.

DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (Вид.) (2020 a): Merkblatt DWA-M 600, Begriffe aus Gewässerunterhaltung und Gewässerentwicklung. Hennef.

DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (Вид.) (2020 b): Merkblatt DWA-M 620-1 – Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern – Teil 1: Grundlagen und Bauweisenauswahl. Hennef.

DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (Вид.) (2020 c): Merkblatt DWA-M 620-2, Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern Teil 2: Planung, Umsetzung und Erfolgskontrolle. Gelbdruck, Stand: Februar 2020. Hennef.

DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. Landesverband Sachsen/Thüringen (Вид.) (2020): Eigendynamische Prozesse naturnaher Fließgewässer – Beobachtungen, Überlegungen, Hypothesen. Dresden.

GEBLER, R. (2005): Entwicklung naturnaher Bäche und Flüsse – Maßnahmen zur Strukturverbesserung – Grundlagen und Beispiele aus der Praxis, Walzbachtal.

LAWA (Вид.) (2004): Gewässerstrukturkartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Übersichtsverfahren, Kulturbuch-Verlag, Berlin.

LAWA – BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (Вид.) (2019 a): LAWA-Verfahrensempfehlung zur Gewässerstrukturkartierung – Verfahren für kleine bis mittelgroße Fließgewässer – Kulturbuch-Verlag, 2ге видання, перероблене, Erfurt.

LAWA – BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (Вид.) (2019 b): LAWA-Verfahrensempfehlung zur Gewässerstrukturkartierung – Verfahren für mittelgroße bis große Fließgewässer – Kulturbuch-Verlag, 2 ге видання, перероблене, Erfurt.

PATT, H., JÜRGING, P., KRAUS, W. (2004): Naturnaher Wasserbau Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. 2ге видання, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York.

POTTGIESSER, T. (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie. Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen. FE-Vorhaben des Umweltbundesamtes „Gewässertypenatlas mit Steckbriefen" (FKZ 3714 24 221 0). Дата останнього запиту 20.12.2021.
URL: *https://www.gewaesser-bewertung.de/files/steckbriefe_fliessgewaessertypen_dez2018.pdf*

SCHICHTEL, H. M. (1992): Weiden in der Praxis. Die Weiden Mitteleuropas, ihre Verwendung und ihre Bestimmung. – Patzer Verlag, Berlin-Hannover.

SCHICHTEL, H. M., STERN, R. (2002): Naturnaher Wasserbau – Anleitung für ingenieurbiologische Bauweisen. Ernst und Sohn Verlag, Berlin.

SMUL – SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCAHFT (Вид.) (2005): Ufersicherung – Strukturverbesserung – Anwendung ingenieurbiologischer Bauwiesen im Wasserbau. – Dresden.

STOWASSER (2011): Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten bei der Auswahl und Anwendung ingenieurbiologischer Bauwiesen im Wasserbau. Dissertation. Schriftenreihe Umwelt und Raum, Band 5. Göttingen.

TLUBN – Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (Hrsg.) 2022: Ingenieurbiologische Bauweisen zur Ufersicherung und Strukturverbesserung an Fließgewässern, Praxisleitfaden – Schriftenr. Thür. Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz Nr. 124 Опубліковано в електронному вигляді під *URL: https://tlubn.thueringen.de/service/publikationen/*

TLUG – THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (Вид.) (2011): Handbuch zur naturnahen Unterhaltung und zum Ausbau von Fließgewässern – Schriftenreihe Thüringische Landesanstalt für Umwelt und Geologie Nr. 99.

TLUG – THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (Вид.) (2015): Ingenieurbiologische Bauweisen für die eigendynamische Gewässerentwicklung, Praxisleitfaden – Schriftenreihe Thüringische Landesanstalt für Umwelt und Geologie Nr. 110.

TLUG – THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (Вид.) (2018): Gehölze an Fließgewässern – Anlage, Entwicklung und Pflege – Praxisleitfaden. Teil 1 – Erläuterungsband. Schriftenreihe Thüringische Landesanstalt für Umwelt und Geologie Nr. 114.

UBA – UMWELTBUNDESAMT (Вид.) (2014 a): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen, Anhang 1: Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle – Texte 43/2014, Dessau-Roßlau 2014. Дата останнього запиту 20.12.2021
URL: *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_43_2014_hydromorphologische_steckbriefe_der_deutschen_fliessgewaesssertypen_0.pdf*

UBA – UMWELTBUNDESAMT (Вид.) (2014 b): Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle – Texte 43/2014, Dessau-Roßlau 2014. Дата останнього запиту 20.12.2021.
URL: *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_43_ 2014_ strategien_zur_optimierung_von_fliessgewaesser-renaturierung_0.pdf*

UBA – UMWELTBUNDESAMT (2018). Zustand, in: *www.umweltbundesamt.de*, 04.04.2018. Дата останнього запиту 20.12.2021.
URL: *https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/zustand#hydromorphologie*

UBA – UMWELTBUNDESAMT (2021): Morphologie, in: *www.gewaesser-bewertung.de*, o.D. Дата останнього запиту 20.12.2021.
URL: *https://gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=138&clang=0*

WIKIPEDIA (2021): Klimaxvegetation, in: *www.wikipedia.de*, o.D. Дата останнього запиту 20.12.2021.
URL: *https://de.wikipedia.org/wiki/Klimaxvegetation*

Українські джерела

Loboda N., Hryb O., Yarov Ya., Pylypiuk V., & Balan A. (2020): Monitoring of coastal protective strips of the Velykyi Kuyalnyk River and recommendations for their state improvement in the future. In *Abstracts of the International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2020»* (pp. 1-5). DOI: 10.3997/2214-4609.20205750

ВКУ – Водний кодекс України. (1995). Відомості Верховної Ради України, 1995, N 24, ст. 189 (редакція станом на 20.04.2022). Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр#top*

ВНД – ВНД 33-5.5-08-2001. Річки. Виконання робіт по догляду. (2001). Київ: Державний комітет України по водному господарству, 2001, 62 с. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *http://ep3.nuwm.edu.ua/16279/1/ВНД%20%2033-5.5-08-2001.pdf*

ВБН – ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000. Регулювання русел річок. Норми проектування. (2000). Київ: Державний комітет України по водному господарству, 2000, 178 с. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://dnaop.com/html/40596/doc-%D0%92%D0%91%D0%9D_%D0%92.2.4-33-2.3-03-2000*

ДЕРЖВОДАГЕНТСТВО (2022): Дорожня карта ренатуралізації водотоків. Дата останнього запиту 10.06.2022.
URL: *https://www.davr.gov.ua/fls18/timeline.pdf*

Дьяков, О., Голубєв, Ю. (2021): Методичні підходи до екологічного відновлення малих річок в посушливих умовах. – Київ-Одеса: ОБСЄ. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://drive.google.com/file/d/1nrI4OELOwT3QiTfB38vLXAi6ZvA_Flo9/view?fbclid=IwAR0YCskBoPaTqoPz4ScYPc-X0GNzbM4At_mZr8wv5AMM3FHawSgv8GnuRGg*

ЗАКОН – Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» від 04.10.2016 р. № 1641-VIII. (2016). Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1641-19#Text*

ЗВІТ – Звіт з оцінки впливу на довкілля виконання робіт щодо екологічного відновлення ділянки річки Ягорлик від с. Довжанка до с. Розівка. (2020). Одеса, 2020. 79 с. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://rada.info/upload/users_files/04379924/8392e231c4bb4d03705794558013l9b9.pdf*

ЗКУ – Земельний кодекс України. (2002). Відомості Верховної Ради України, 2002, N 3-4, ст. 27 (Редакція станом на 20.04.2022). Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#top*

МЕТОДИКА – Методика гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорій «річки» та «озера». (2019). Затверджено Наказом Українського гідрометцентру ДСНС України від 19.02.2019 р. № 23.

МІНДОВКІЛЛЯ (2021): На Одещині відновлюють річку Ягорлик. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://mepr.gov.ua/news/37854.html*

НАКАЗ – Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження методики визначення масивів поверхневих та підземних вод» від 14.01.2019 р. № 4. (2019). Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19#Text*

ПОСТАНОВА – Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про Державне агентство водних ресурсів України» від 20.08.2014 р. № 393. (2014). Із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 372 від 31.05.2017 р., № 1091 від 13.12.2017 р., № 758 від 19.09.2018 р., № 489 від 05.06.2019 р., № 847 від 18.09.2019 р., № 614 від 25.06.2020 р., № 861 від 23.09.2020 р., № 539 від 24.05.2021 р. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/393-2014-%D0%BF#top*

ПОСТАНОВА – Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них» від 08.05.1996 р. № 486. (1996). Із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 72 від 24.01.2002 р., № 214 від 15.02.2012 р., № 991 від 17.10.2012 р., № 748 від 07.08.2013 р., № 949 від 06.12.2017 р., № 1065 від 04.12.2019 р., № 826 від 09.09.2020 р., № 411 від 21.04.2021 р. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/486-96-%D0%BF#n10*

ПОСТАНОВА – Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» від 19.09.2018 р. № 758. (2018). Із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 1065 від 04.12.2019 р., № 826 від 09.09.2020 р., № 922 від 01.09.2021 р. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text*

ПОСТАНОВА – Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном» від 18.05.2017 р. № 336. (2017). Із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 1065 від 04.12.2019 р., № 826 від 09.09.2020 р., № 922 від 01.09.2021 р. Дата останнього запиту 20.04.2022.
URL: *https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/336-2017-%D0%BF#Text*

Додаток

1. **Профіль методу облаштування «Живці»**
2. **Профіль методу облаштування «Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу»**
3. **Профіль методу облаштування «Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями»**

Назва методу	Номер методу
Живці	**1**

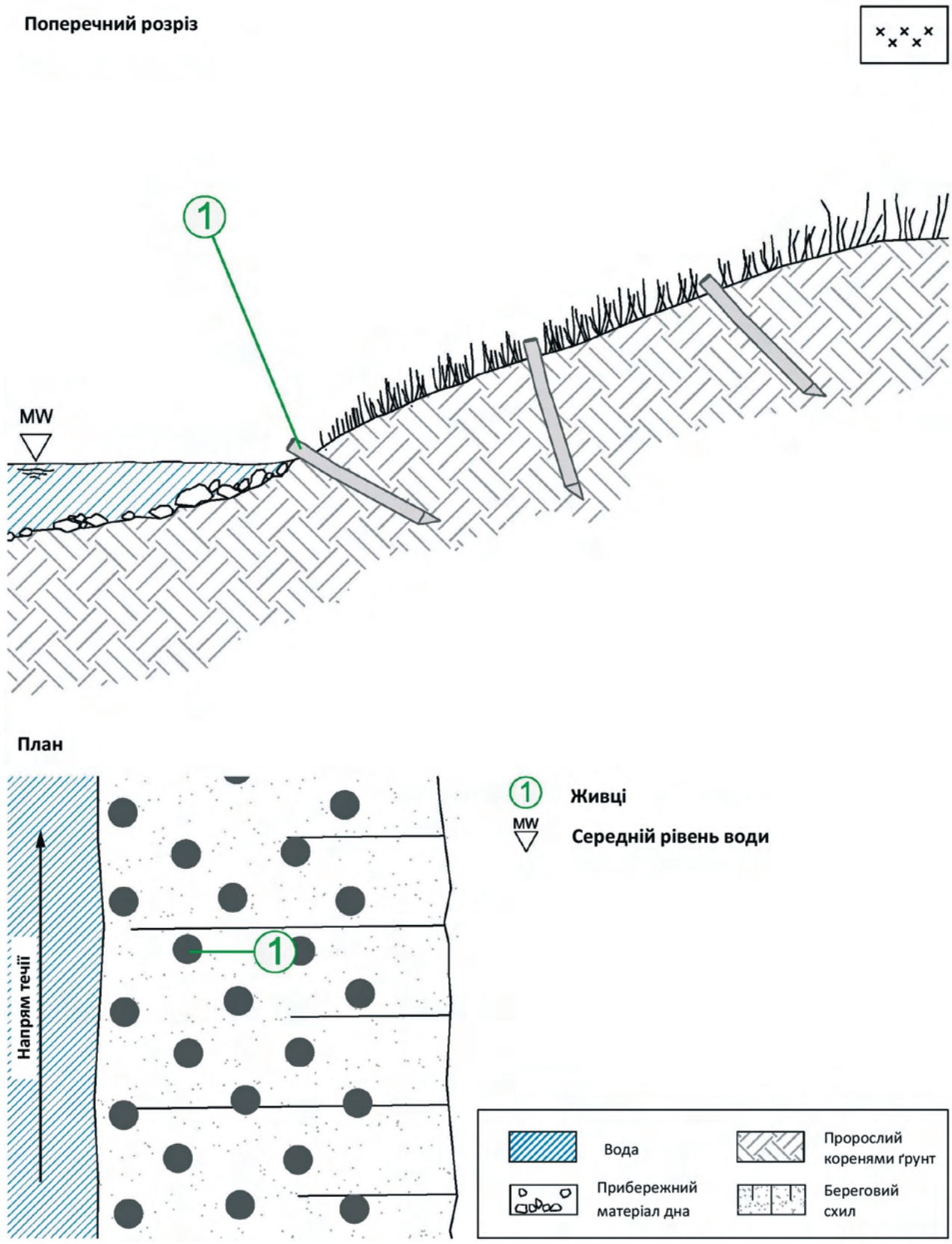


Рисунок 20: Типова технологічна карта «Живці» (Рисунок: © StowasserService)

Назва методу	Номер методу
Живці	**1**

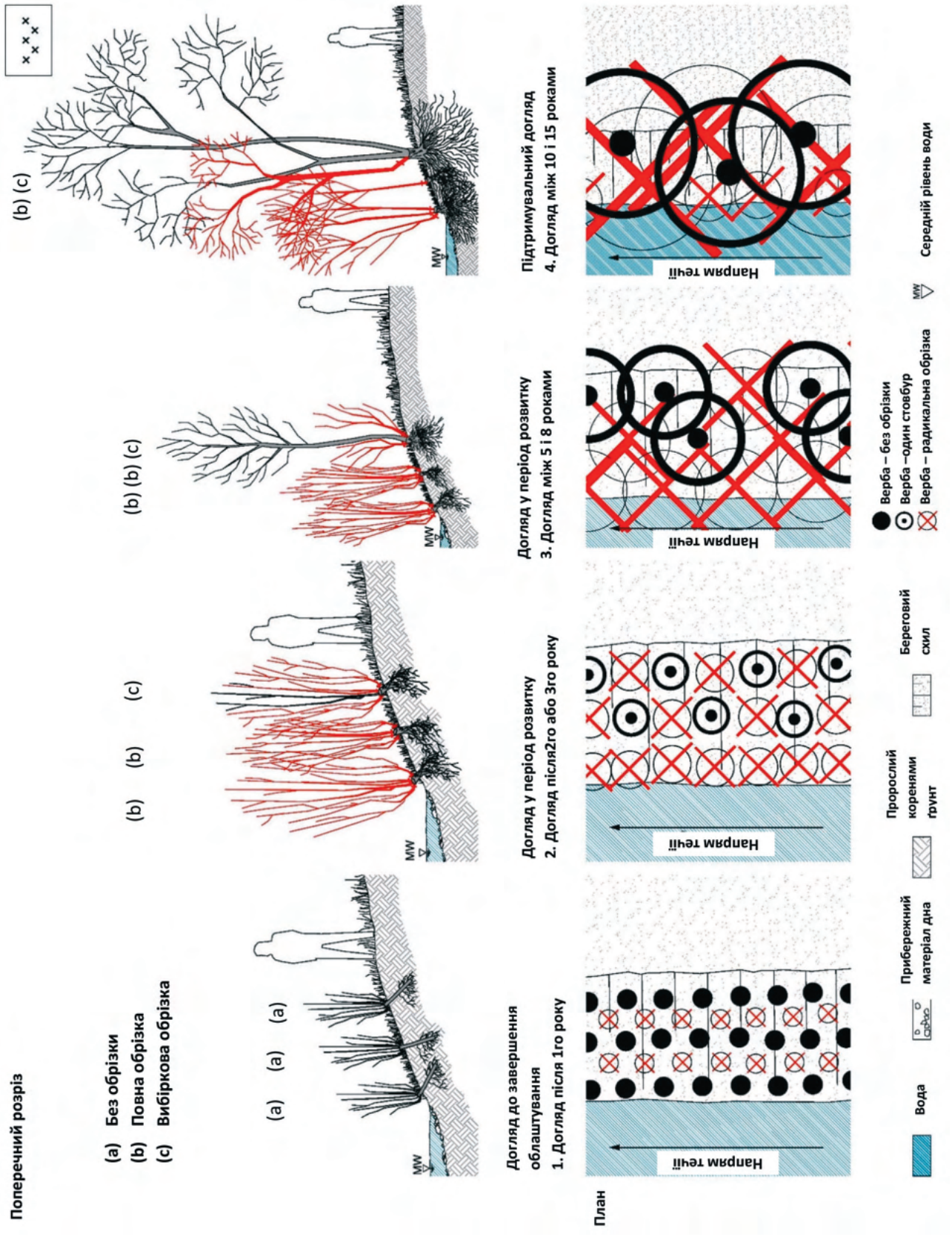


Рисунок 21: Етапи розвитку/догляду для методу «Живці для цільової рослинності «Деревостан»» (Рисунок: © StowasserService)

Назва методу	Номер методу
Живці	**1**

Короткий огляд

Визначення методу облаштування	Живець (синонім: вербовий живець, пагін) – це нерозгалужена частина здерев'янілого пагона, зазвичай одно-трирічного, із гладкою корою, здатного до вкорінення, з якої виростає нова рослина, якщо пагін устромити або посадити в землю.
Цільова рослинність	Популяція чагарників, відповідних до місцезростання. Деревостан, відповідний до місцезростання. Деревостан, наближений до природного.
Тривалість початкової стадії	Метод облаштування має тривалу початкову стадію, тому що живцям потрібно більше, ніж один вегетаційний період, щоб вирости і сформувати кореневу систему, яка стабілізує ґрунт.
Захисна функція методу облаштування	Це облаштування мало захищає береговий схил від ерозії. Оскільки на початковій стадії живці можуть стабілізувати лише невелику ділянку на схилі, то стійкість до навантаження залежить насамперед від ерозійної опірності ґрунтового матеріалу.
Можливе гідравлічне навантаження	Стійкість облаштування до навантаження можна оцінити як низьку до середньої (50-80 Н/м²). Правильний монтаж і догляд є вирішальними для фактичної стійкості конструкції.

Інформація, важлива для проведення робіт

Придатні ландшафтні типи водотоків	A Водотоки на рівнинах і горбистих ландшафтах з лесовими породами. B Водотоки на рівнинах із голоценовими відкладами – заплавні. D Водотоки на рівнинах і горбистих ландшафтах із відкладами верхнього тріасу. E Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із відкладами черепашкового вапняку. F Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із відкладами нижнього тріасу. G1 Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із цехштайнськими відкладами (водотоки корінних порід). G4 Водотоки на гірських ландшафтах Тюрінзьких сланцюватих гір (водотоки корінних порід).
Вимоги до субстрату	Добре придатний на суглинково-мулистому субстраті, умовно придатний на гравійно-піщаному субстраті, непридатний на кам'янистому валуновому субстраті.
Зона застосування на береговому схилі	У зоні III змінного рівня води (зона хвойних порід) для захисту схилів, утворення форландського басейну, а також для структурування водних об'єктів та ініціювання динаміки рослинності.
Просторові параметри / потреба у території	Облаштування може займати ділянку довжиною 2-20 м на береговому схилі, з одного боку водного об'єкта, вище середнього рівня води. Залежно від нахилу берега і способу виконання робіт цей метод облаштування підходить для водотоків шириною до 7,5 м.

Назва методу	Номер методу
Живці	**1**

Потреба в освітленості	Облаштування вимагає повного освітлення, але також успішно росте в напівтіні з меншою інтенсивністю проростання.
Біологічний матеріал	Живці.
Небіологічний матеріал	Для облаштування не потрібен небіологічний матеріал.
Габарити матеріалів облаштування	Слід використовувати живці довжиною 60-100 см і діаметром 2-6 см. Менші діаметри називаються ..., більші – .... Живці деревоподібної верби: довжина 60-100 см і діаметр 3-6 см. Живці кущоподібної верби: довжина 60-80 см і діаметр 2-5 см.
Період проведення робіт	Садять живці зазвичай у незамерзлий ґрунт в неморозні дні у час вегетаційного спокою, переважно в жовтні/листопаді та березні/квітні. Залежно від місця та погоди навіть до травня. Восени починати садити слід тільки тоді, коли опаде більшість листя з листяних дерев.
Спосіб виконання	Облаштування слід проводити виключно вручну. Використання механізмів неможливе.
Помилки (причини) / механізми відмов	У спеціальній літературі іноді наводяться менші розміри живців. В основному, чим довший живець і чим глибше він заглиблений у схил, тим менший ризик, що він висохне або його вимиє. Часто живці помилково садять не за напрямком росту, а проти, тобто забивають тоншою частиною гілки в землю. Живці не слід загострювати через їхню низьку здатність закривати рани та ймовірність грибкової інвазії, а лише обрізати під кутом. Якщо живці садять у підготовлені отвори, то потрібно стежити, щоб живці мали бічний контакт із землею і не «висіли в повітрі». Інакше вони не випустять пагони. Неправильно встановлювати живці більш, ніж на 5-10 см або на 3 бруньки над поверхнею ґрунту, бо інакше є ризик, що живці висохнуть. Якщо кора живця пошкоджена, то успішне вкорінення також під загрозою. Живці слід встановлювати в різних напрямках, але щоб кожен був нахилений горизонтально в напрямку течії так, щоб верхній кінець був спрямований за течією, а сміття змивалося над ним під час повені.
Вказівки щодо догляду в періоди розвитку і підтримання стану	Вербам потрібно багато світла. Однак у перший вегетаційний період не рекомендовано скошувати трав'янисту поросль між палицями. Бо під час скошування кущорізом пошкодяться живці і водночас буде скошено пагони. На початковій стадії живці жорстко конкурують за світло, воду та поживні речовини. Як правило, найбільше ростуть ті, що перебувають близько до середнього рівня води. Тому під час проріджування пагонів у рамках догляду в період розвитку необхідно подбати про те, щоб коренева мережа була розвинена на схилі та щоб сприяти тим екземплярам, які ростуть у місці, бажаному з точки зору гідравлічного навантаження. Основне правило: проникність коріння сягає діаметра крони. Під час підтримання стану цільова рослинність «Чагарники» вимагає більшого догляду. Необхідне регулярне омолодження підщепи залежно від того, наскільки гнучко повинні реагувати гілки на затоплення. Популяції чагарників, які повинні

	гнучко рухатися під час повені, слід радикально обрізати кожні 3-5 років. Для інших чагарників достатньо інтервалів догляду від 5 до 10 років. Для збереження цільової рослинності «Чагарники» їх слід радикально обрізати як мінімум кожні 10 років. Для цільової рослинності «Деревостан» (див. малюнок «Етапи догляду») потрібен лише екстенсивний догляд. Інтервали в період підтримання стану можуть становити >10 років. Можливими заходами є поодинокі вирубки, вибіркові та санітарні рубки. Деревостани, наближені до природних, не вимагають ніяких заходів догляду.
Як можна комбінувати з іншими методами облаштування	Живці є простим і універсальним методом облаштування. Їх можна поєднувати з великою кількістю інженерно-біологічних методів облаштування, наприклад, у комбінації методів із цього посібника з живими фашинами, підстилками на схилі, деревними насадженнями, мертвою деревиною та насипами каменю.

Спосіб дії

Спосіб дії по завершенню облаштування	Облаштування діє точковим чином на схилі.
Розмірний ефект облаштування	Від середнього до великого.
Вплив методу на сусідні ділянки, де відбувається користування	Залежно від цільової рослинності в рамках методу облаштування розвивається популяція дерев або кущів. Чагарники середнього розміру, тому їхній вплив на сусідні ділянки з користуванням – середній. Деревостан має великорозмірний ефект. Тому вплив на суміжні види користування великий.
Вплив методу на пропускну спроможність стоку	Цільова рослинність «Чагарники» (популяції чагарників із прогалинами та групи кущів) у цільовому стані зумовлює середній розподіл, який ще посилюється під час повені (швидкість наростання тиску = 20-30). Цільова рослинність «Деревостан» та «Популяція дерев і кущів, наближена до природної» у цільовому стані зумовлює значний розподіл (швидкість наростання тиску = 20), який більше не змінюється під час повені.
Переваги і недоліки	**Переваги:** технічний вплив • Метод легко адаптувати до існуючої конфігурації берега. • Метод не забезпечує жорсткий захист, тому на березі можливі локальні самодинамічні ерозії. • Метод можна використовувати як універсальний. • Облаштування можливо виконати повністю вручну, тому його можна використовувати також у місцях, до яких неможливо дістатися механізмами. • В результаті методу коріння проростає через схил у дно водного об'єкта і таким чином захищає від донної ерозії. екологічний вплив • Зокрема, у вузьких водних об'єктах в результаті затінення водотоку спостерігається покращення температурного балансу та вмісту кисню в середньо- строковій і довгостроковій перспективі. Особливо це стосується випадків, коли облаштування впроваджується на довшому відрізку берега.

- Відбувається покращення структури водного об'єкта та екологічна модернізація без витратних заходів моделювання та перетворення.
- Внаслідок потрапляння у водотік опадаючого листя дерев і кущів покращуються умови життя мікроорганізмів.

економічний вплив

- Для облаштування потрібно небагато вербового матеріалу.
- Облаштування можна провести швидко і недорого.
- Матеріали, які використовуються для облаштування, легко отримати і використати.

Недоліки:

технічний вплив

- На початковій стадії можливе лише точкове укріплення схилу, тому на берегах із більшим навантаженням необхідні додаткові заходи укріплення/ поєднання з іншими методами облаштування.
- Затоплення може запросто пошкодити облаштування на початковій стадії.
- Використовувати метод можливо лише у випадку, коли переріз водотоку має достатню пропускну здатність і коли достатньо місця на березі.
- Період проведення робіт обмежений часом вегетаційного спокою.

екологічний вплив

- Якщо не проводити заходів догляду, облаштування матиме тенденцію до розвитку чисто вербових насаджень.

Література / базові джерела

FLORINETH, F. (2004): Pflanzen statt Beton. Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik. Berlin-Hannover.

GEITZ, P. (2007): Naturnaher Wasserbau: Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau. Hefte zur Ausbildung 3. Bad Honnef.

INGBIOTOOLS – INGBIOTOOLS KOMPETENZ INGENIEURBIOLOGIE GMBH & CO. KG (2017a): Regeldetails, Bauschritte, Pflegeschritte und Steckbriefe in ISYS – Informationssystem – Bauweiseninfos. Software für Ingenieurbiologie SOFIE®. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *http://sofie.ingbiotools.de/sofie.html.*

INGBIOTOOLS - INGBIOTOOLS KOMPETENZ INGENIEURBIOLOGIE GMBH & CO. KG (2017b): Shop Ingenieurbiologie. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *https://www.ingbiotools.com/*.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1998): Handbuch Wasser 2 – Naturgemäße Bauweisen – Unterhaltungsmaßnahmen nach Hochwasserereignissen. Karlsruhe.

LUBW - WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG MBH & LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (Вид.) (2013): Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern Teil 3, Arbeitsblätter für die Baustelle. Karlsruhe.

SCHIECHTL, H. M. & R. STERN (2002): Naturnaher Wasserbau. Anleitung für ingenieurbiologi-sche Bauweisen. Berlin.

SCHLÜTER, U. (1986): Pflanze als Baustoff – Ingenieurbiologie in Praxis und Umwelt. Berlin und Hannover.

SMUL - SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (Вид.) (2005): Ufersicherung - Strukturverbesserung - Anwendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau - Handbuch (1). Dresden.

STOWASSER, A. (2011): Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten bei der Auswahl und An-wendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau. Dissertation, Schriftenreihe Umwelt und Raum, Band 5, 2011. Göttingen.

TLUG - THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (Вид.) (2018): Gehölze an Fließgewässern – Anlage, Entwicklung und Pflege, Teile 1–4. Schriftenr. Thür. Landesanstalt für Umwelt und Geologie Nr. 114. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/00_tlubn/Service/Publikationen/Schriftenreihe/download/SR_114_Teil_1_4_download.pdf.*

WALSER, C. (2004): Schadensfälle bei ingenieurbiologischen Ufersicherungen an Fliessgewässern. Diplomarbeit. Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der ETH Zürich.

ZEH, H. (2007): Ingenieurbiologie – Handbuch Bautypen. Zürich.

Назва методу	Номер методу
Живці	**1**



Фото 1: Довжина живців від 60 до 100 см. Рекомендована товщина – від 2 до 6 см в діаметрі. (Фото: A. Stowasser)



Фото 2: Завжди слід звертати увагу на напрямок росту живців. На нижньому кінці їх слід зрізати під кутом. (Фото: A. Stowasser)



Фото 3: Більшу частину живця потрібно встромити у схил. Назовні повинно виступати максимум 5 см, за необхідності гладко обріжте верхній кінець ще раз. (Фото: A. Stowasser)



Фото 4: Живці встромляються у ґрунт під різними кутами із розподілом на схилі. (Фото: A. Stowasser)



Фото 5: Подальше проростання відбувається з сплячих бруньок фрагмента гілки. Проростає верхня брунька живця. (Фото: A. Stowasser)



Фото 6: Паростки розвиваються у стійкі та стабільні дерева, лише якщо живці виступають зі схилу зовсім небагато. (Фото: A. Stowasser)

Назва методу	Номер методу
Живці	**1**



Фото 7: На початковій стадії схил захищено лише точковим чином. Ділянки між живцями можуть бути розмиті залежно від зв'язності субстрату.
(Фото: A. Stowasser)



Фото 8: Вже в перший вегетаційний період паростки із живців досягають довжини приблизно 50 см. Траву між живцями косити не слід.
(Фото: A. Stowasser)



Фото 9: Паростки із живців спершу розвиваються в широкий кущ, коренева система проникає у береговий схил і захищає його вшир.
(Фото: A. Stowasser)



Фото 10: Якщо живці взято з деревоподібної верби, то їхній подальший розвиток йде переважно вгору.
(Фото: A. Stowasser)



Фото 11: Кілька пагонів з одного живця зазвичай мають різну силу через конкуренцію за світло.
(Фото: A. Stowasser)



Фото 12: Під час проведення заходів догляду для вдосконалення популяції залишають найсильніші пагони, рівномірно розподіляючи їх на схилі.
(Фото: A. Stowasser)

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2

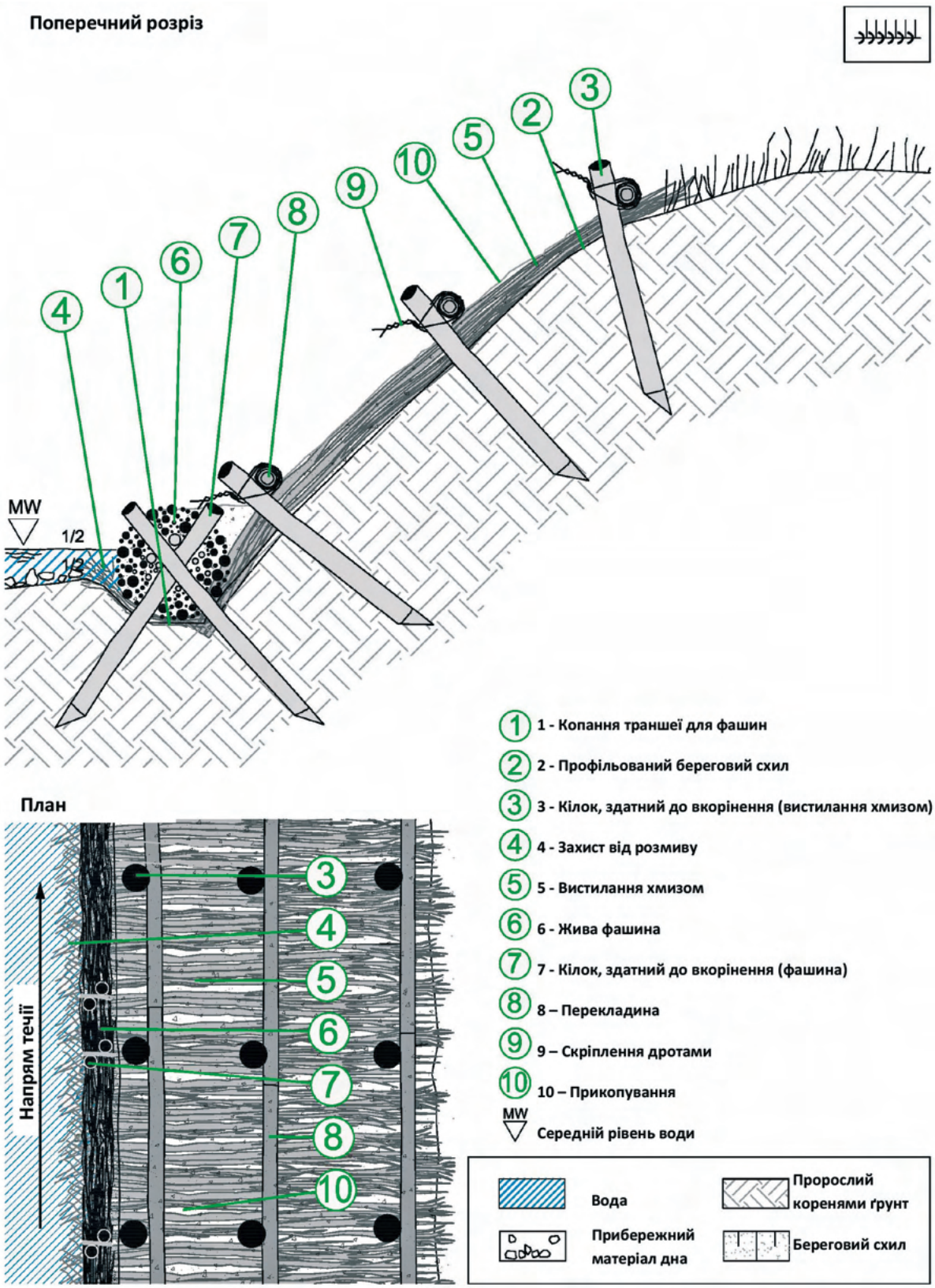


Рисунок 22: Типовий варіант технологічної карти «Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу» (Рисунок: © StowasserService)

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2

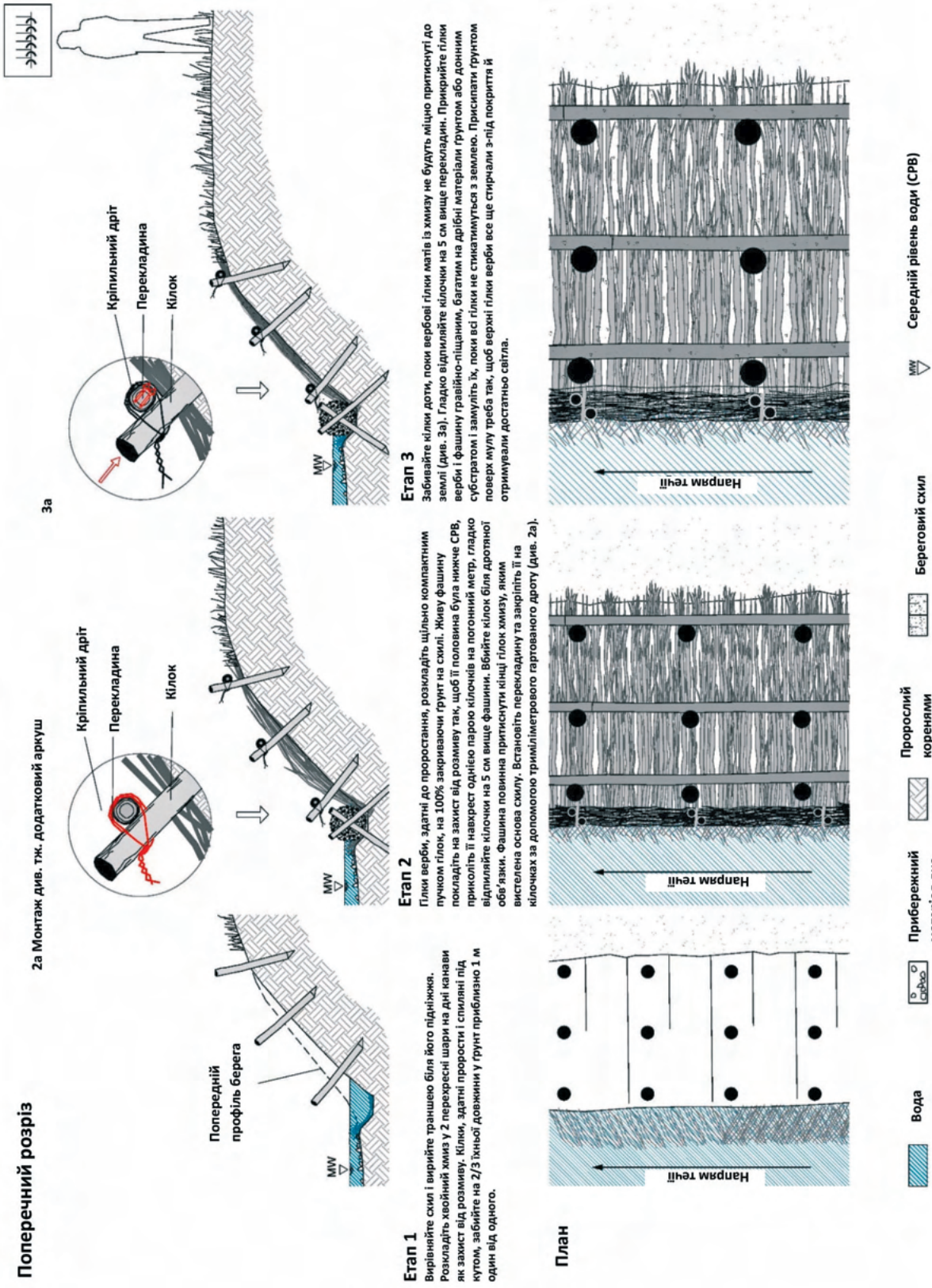


Рисунок 23: Етапи технологічної карти «Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу» (Рисунок: © StowasserService)

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2

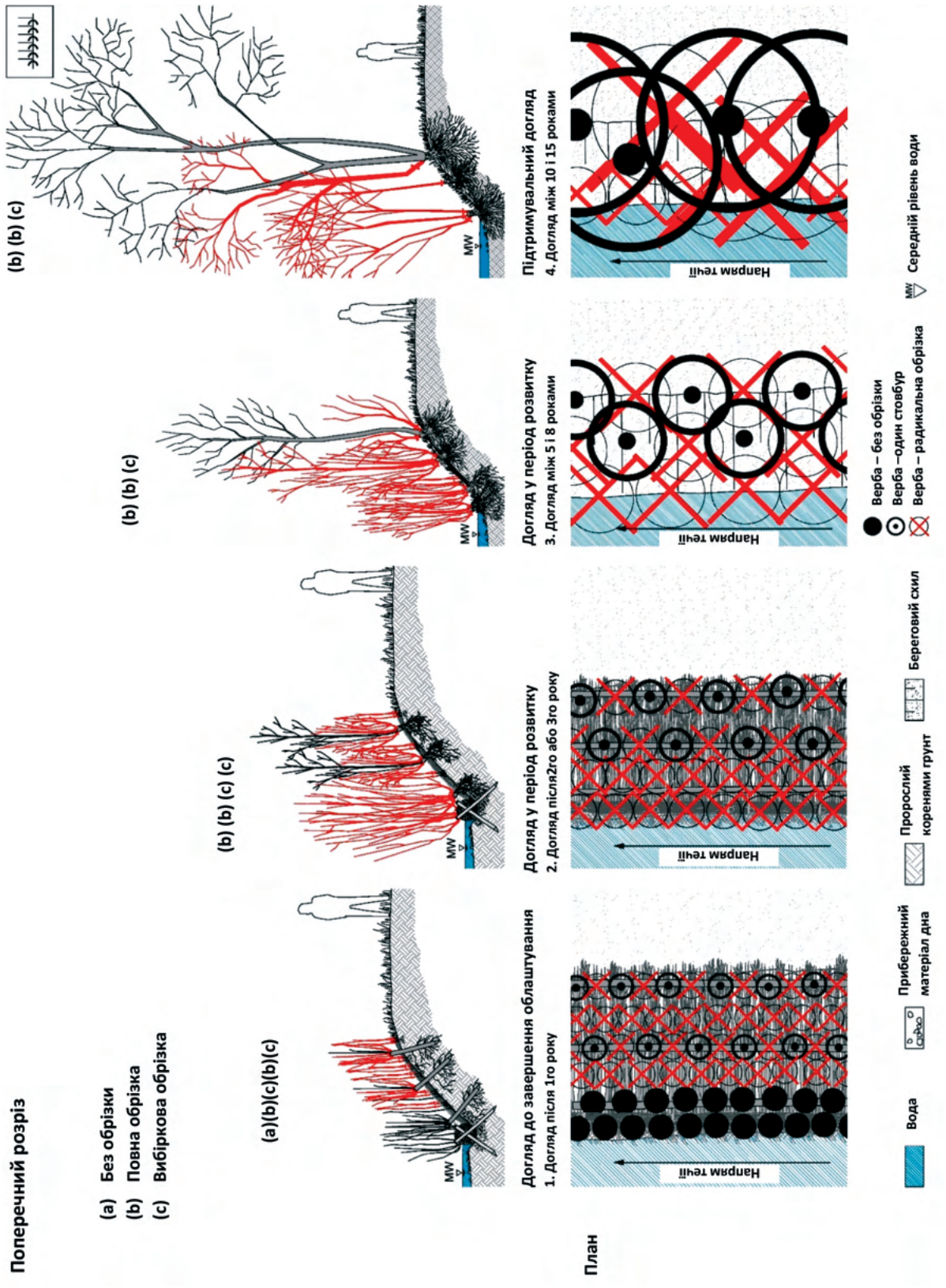


Рисунок 24: Етапи розвитку/догляду «Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу із цільовою рослинністю «Деревостан»» (Рисунок: © StowasserService)

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2

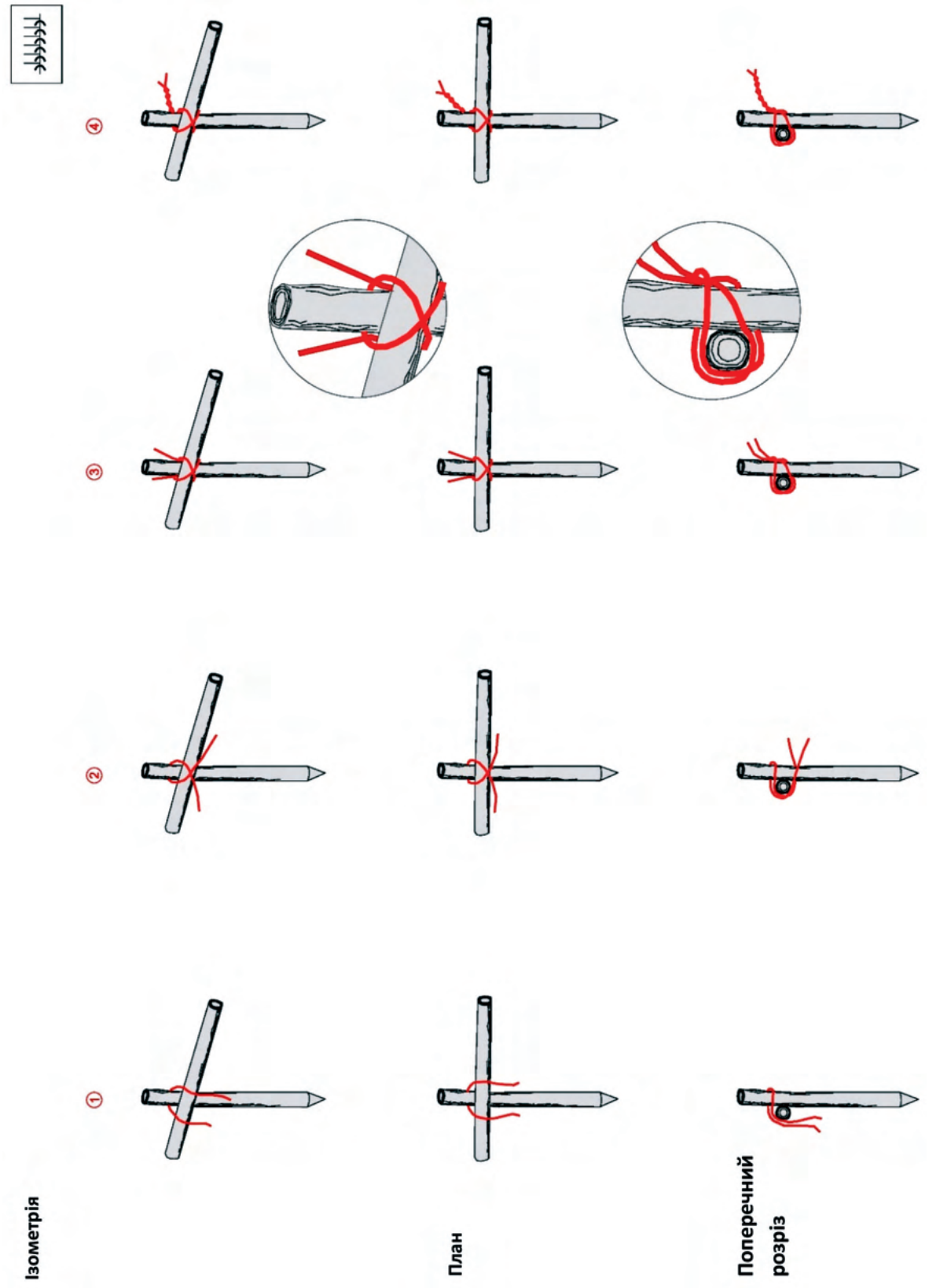


Рисунок 25: Як скріплювати дротом кілок із перекладиною (Рисунок: © StowasserService)

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2

Короткий огляд

Визначення методу облаштування	Вистилання хмизом (синонім: вистилання вербовим хмизом) – це покриття ґрунту шаром хмизин, здатних прорости, які накладаються на схил кінцем гілки донизу перпендикулярно до течії і фіксуються горизонтальними кріпленнями, кілками та перекладинами. Живі фашини (синонім: вербові фашини, берегові фашини, фашини) – це пучки здатних до проростання (живих) вербових гілок, які скріплені дротом.
Цільова рослинність	Популяція чагарників, відповідних до місцезростання. Деревостан, відповідний до місцезростання. Деревостан, наближений до природного.
Тривалість початкової стадії	Початкова стадія методу має середню тривалість. Вистилання хмизом захищає схил відразу після завершення робіт за рахунок матеріалу та внесення у сам схил. Однак для проростання і досягнення повної ефективності потрібен ще один вегетаційний період.
Захисна функція методу облаштування	Облаштування забезпечує високий рівень захисту берегового схилу від ерозії. Розташування гілок верби перпендикулярно до напряму течії та охоплення всього схилу – це дія на великій площі. Вистилання хмизом забезпечує захист відразу після завершення робіт за умови, що гілки розташовані щільно і покрита вся поверхня ґрунту.
Можливе гідравлічне навантаження	Стійкість облаштування до навантаження можна оцінити як високу (>140 Н/м). Правильний монтаж і догляд є вирішальними для фактичної стійкості облаштування.

Інформація, важлива для проведення робіт

Придатні ландшафтні типи водотоків	A Водотоки на рівнинах і горбистих ландшафтах з лесовими породами. B Водотоки на рівнинах із голоценовими відкладами – заплавні. D Водотоки на рівнинах і горбистих ландшафтах із відкладами верхнього тріасу. E Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із відкладами черепашкового вапняку. F Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із відкладами нижнього тріасу. G1 Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із цехштайнськими відкладами (водотоки корінних порід). G4 Водотоки на гірських ландшафтах Тюрінзьких сланцюватих гір (водотоки корінних порід).
Вимоги до субстрату	Метод добре придатний на гравійно-піщаному субстраті та суглинково-мулистому субстраті, непридатний на кам'янистому валуновому субстраті.
Зона застосування на береговому схилі	У зоні II до III середнього до змінного рівня води (зона очеретів до зони хвойних порід) для захисту схилів і їхньої основи, а також для структурування водних об'єктів.

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2

Просторові параметри / потреба у території	Облаштування може займати ділянку довжиною 2-10 м на береговому схилі, з одного боку водного об'єкта, вище середнього рівня води. Залежно від нахилу берега і способу виконання робіт цей метод облаштування підходить для водотоків шириною до 7,5 м.
Потреба в освітленості	Облаштування вимагає повного освітлення, але також успішно росте в напівтіні з меншою інтенсивністю проростання.
Біологічний матеріал	• Вербові гілки, здатні до проростання, для живої фашини. • Вербові гілки, здатні до проростання, для вистилання хмизом. • Кілки, здатні до проростання, для кріплення вистилання хмизом. • Кілки, здатні до проростання, для кріплення живої фашини.
Небіологічний матеріал	• Розгалужені хвойні гілки як захист від розмиву. • Перекладини. • Гартований дріт. • Місцевий якомога дрібнозернистіший ґрунт або донний субстрат для прикопування.
Габарити матеріалів облаштування	Діаметр гілок від 3 до 10 см, довжина максимум 3 м. Для вистилання хмизом необхідно встановити стільки гілок, щоб покрити 100% землі. Товщина шару гілок має становити мінімум 20 см. Вербові гілки прикопуються шаром ґрунту у 3 см. Перекладини для кріплення хмизу мають діаметр 8-10 см і довжину 2-4 м, за потребою. Відстань між перекладинами слід підлаштовувати під гідравлічне навантаження. Вирішальним для успішного проростання і внаслідок цього захисної дії вистилання хмизом є те, щоб вербові гілки були міцно притиснуті перекладиною до поверхні схилу. Кілки, здатні до проростання, для кріплення вистилання хмизом мають діаметр 8-12 см і довжину 50-120 см. Довжина живих фашин, як правило, 4 м, діаметр 25-45 см, в середньому 35 см. Живі фашини можуть на 100% (мінімум на 50%) складатися із живого матеріалу. Зв'язувати фашину потрібно щільно – одна стяжка на метр, діаметр стяжного дроту не менше 3 мм. Залежно від діаметра фашини та матеріалу ґрунту потрібно регулювати довжину кілків. Вона має становити трикратний діаметр фашини. Довжина кілків зазвичай 50-120 см, діаметр 6-12 см. Різна товщина шарів і різна довжина гілок для вистилання хмизом, а також різний діаметр живої фашини дають різне облаштування.
Період проведення робіт	Садять живці зазвичай у незамерзлий ґрунт в неморозні дні у час вегетаційного спокою, переважно в жовтні/листопаді та березні/квітні. Залежно від місця та погоди навіть до травня. Восени починати садити слід тільки тоді, коли опаде більшість листя з листяних дерев.
Спосіб виконання	Облаштування слід проводити як вручну, так і застосовуючи механізми, напр., для риття фашинної траншеї або для забивання кріпильних кілків. Найкращий спосіб зробити фашини – це використовувати так званий «шаблон для фашин». Його можна виготовити безпосередньо на облаштувальному майданчику з кількох схрещених кілків або використати попередньо зібрані конструкції. Вручну потрібно встановлювати вербові гілки.

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2

Помилки (причини) / механізми відмов	Для розвитку хмизу важливо, щоб товсті (прикореневі) кінці вербових гілок доходили до дна водного об'єкта – це забезпечить оптимальне водопостачання. Профіль схилу слід підправити таким чином, щоб гілки рівномірно лежали на ньому по всій своїй довжині, стикалися з землею і могли проростати. Правильне кріплення кілків має вирішальне значення для стійкості конструкції. Якщо використовувати занадто короткі кілки або якщо кілки не забиті до потрібної довжини, то хмиз зможе витримати менше навантаження. Використання екскаватора для забивання кілків полегшує їхнє встановлення на потрібну довжину. Часто роблять таку помилку: шар вербового хмизу занадто сильно вкривають зв'язним ґрунтом. Верби тоді зовсім не проростають або проростають набагато гірше, що ставить під загрозу загальний успіх заходу. Найкраще засипати хмиз гравійно-піщаним дрібнозернистим ґрунтом або донним субстратом і замулити його, так щоб всі гілки стикалися з землею. Після замулення ґрунтове покриття має бути таким, щоб вербові гілки все ще стирчали із покриття та отримували достатньо світла. Верхній шар ґрунту абсолютно непридатний як матеріал для покриття хмизу або фашини, тому його ні в якому разі не можна використовувати! Багатий поживними речовинами ґрунт сприятиме появі швидкоростучих трав'янистих рослин, які потім відбирають світло і воду від проростаючих верб і таким чином можуть ослабити їх настільки, що конструкція не проросте. Фашина як захист основи схилу повинна щільно притискати хмиз до схилу, щоб запобігти підмиванню конструкції. Для того, аби фашина успішно проросла, важливо, щоб вона була встановлена у правильному положенні відносно середнього рівня води, а також щоб була достатньо покрита ґрунтом і мулом. Інакше існує ризик, що фашина просто лежатиме на хмизі, не матиме контакту із землею і, отже, не зможе прорости.
Вказівки щодо догляду в періоди розвитку і підтримання стану	На рисунку показано етапи догляду за цільовою рослинністю «Деревостан». Для цільової рослинності «Чагарники» необхідно більше затрат на догляд. Потрібне регулярне омолодження популяції залежно від того, наскільки гнучко повинні реагувати гілки на затоплення. Чагарникам, які завжди повинні гнучко рухатися під час повені, слід проводити повну обрізку кожні 3-5 років. Для всіх інших чагарників достатньо інтервалів догляду 5-10 років. Однак, щоб зберегти цільову рослинність «Чагарники», слід проводити їхню повну обрізку не рідше, ніж кожні 10 років. Для цільової рослинності деревостан потрібен лише екстенсивний догляд на тривалу перспективу. Інтервали в період підтримання стану можуть становити >10 років. Можливими заходами є поодинокі вирубки, вибіркові та санітарні рубки. Деревостани, наближені до природних, не вимагають ніяких заходів догляду.
Як можна комбінувати з іншими методами облаштування	Вистилання хмизом можна доповнити деревними насадженнями. Також, залежно від місцевих умов, можна використовувати інший тип захисту основи схилу, наприклад, дерев'яні балки або кам'яний насип.

Спосіб дії

Спосіб дії по завершенню облаштування	Облаштування діє як суцільна ділянка на схилі.

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2

Розмірний ефект облаштування	Від середнього до великого.
Вплив методу на сусідні ділянки, де відбувається користування	Залежно від цільової рослинності в рамках методу облаштування розвивається популяція дерев, кущів або деревостан, наближений до природного стану. Чагарники середнього розміру, тому їхній вплив на сусідні ділянки з користуванням – середній. Популяція дерев або деревостан, наближений до природного стану, має великорозмірний ефект. Тому вплив на суміжні види користування великий.
Вплив методу на пропускну спроможність стоку	Цільова рослинність «Чагарники» (популяції чагарників із прогалинами та групи кущів) у цільовому стані зумовлює середній розподіл, який ще посилюється під час повені (швидкість наростання тиску = 20-30). Цільова рослинність «Деревостан» та «Популяція дерев і кущів, наближена до природної» у цільовому стані зумовлює значний розподіл (швидкість наростання тиску = 20), який більше не змінюється під час повені.
Переваги і недоліки	**Переваги:** технічний вплив • Через свою компактність конструкція має високу захисну дію відразу після завершення облаштування. • Кінці вербових гілок сягають у воду навіть під час маловоддя. Як результат пагони можуть розвиватися по всьому схилу, а оптимальне водопостачання вищих частин рослини гарантується навіть у посушливу пору. • Захисний ефект настає одразу після завершення облаштування. Із розвитком біоматеріалів ефективність стає все більшою. екологічний вплив • Зокрема, у вузьких водних об'єктах в результаті затінення водотоку спостерігається покращення температурного балансу та вмісту кисню в середньостроковій і довгостроковій перспективі. Особливо це стосується випадків, коли облаштування впроваджується на довшому відрізку берега. • Внаслідок потрапляння у водотік опадаючого листя дерев і кущів покращуються умови життя мікроорганізмів. економічний вплив • Метод облаштування швидко створює ефективний захист схилу завдяки деревам і чагарникам. • Дерева та кущі, впроваджені в рамках методу відповідно до місцезростання, здатні запобігти появі чужорідних для місцевості чагарників та неофітів і таким чином зменшують затрати на утримання водного об'єкта. **Недоліки:** технічний вплив • Застосування конструкції можливе лише за достатньої потужності стоку на даній ділянці водотоку і за наявності достатньої території на схилі. • Термін проведення робіт обмежений періодом вегетаційного спокою. екологічний вплив • Якщо не проводити заходів догляду, облаштування матиме тенденцію до розвитку чисто вербових насаджень. економічний вплив • Виконання робіт трудомістке. • Зони для видобутку та тимчасового зберігання матеріалів повинні бути доступні на момент проведення робіт. Може виникнути підвищена потреба в координації напередодні заходів облаштування (час для заготівлі матеріалу). • Для облаштування потрібно багато вербового матеріалу.

Література / базові джерела

BEGEMANN, W. & H. M. SCHIECHTL (1994): Ingenieurbiologie – Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau. Wiesbaden, Berlin.

FLORINETH, F. (2004): Pflanzen statt Beton. Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik. Berlin-Hannover.

GEITZ, P. (2007): Naturnaher Wasserbau: Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau. Hefte zur Ausbildung 3. Bad Honnef.

INGBIOTOOLS – INGBIOTOOLS KOMPETENZ INGENIEURBIOLOGIE GMBH & CO. KG (2017a): Regeldetails, Bauschritte, Pflegeschritte und Steckbriefe in ISYS – Informationssystem – Bauweiseninfos. Software für Ingenieurbiologie SOFIE®. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *http://sofie.ingbiotools.de/sofie.html.*

INGBIOTOOLS – INGBIOTOOLS KOMPETENZ INGENIEURBIOLOGIE GMBH & CO. KG (2017b): Shop Ingenieurbiologie. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *https://www.ingbiotools.com/.*

LUBW – WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG MBH & LANDE-SANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (Вид.) (2013): Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern Teil 3, Arbeitsblätter für die Baustelle. Karlsruhe.

SCHIECHTL, H. M. & R. STERN (2002): Naturnaher Wasserbau. Anleitung für ingenieurbiologi-sche Bauweisen. Berlin.

SCHLÜTER, U. (1986): Pflanze als Baustoff – Ingenieurbiologie in Praxis und Umwelt. Berlin und Hannover.

SMUL – SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (Вид.) (2005): Ufersicherung – Strukturverbesserung – Anwendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau – Handbuch (1). Dresden.

STOWASSER, A. (2011): Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten bei der Auswahl und An-wendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau. Dissertation, Schriftenreihe Umwelt und Raum, Band 5, 2011. Göttingen.

TLUG - THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (Вид.) (2018): Gehölze an Fließgewässern – Anlage, Entwicklung und Pflege, Teile 1–4. Schriftenr. Thür. Landesanstalt für Umwelt und Geologie Nr. 114. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/00_tlubn/Service/Publikationen/Schriftenreihe/download/SR_114_Teil_1_4_download.pdf.*

ZEH, H. (2007): Ingenieurbiologie - Handbuch Bautypen. Zürich.

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2



Фото 13: Перед укладанням хмизу поверхню схилу необхідно вирівняти. Гілки повинні рівно лежати на оголеній поверхні ґрунту. (Фото: A. Stowasser)



Фото 14: Спочатку необхідно забити кріпильні кілки. Це можна зробити за допомогою екскаватора. (Фото: A. Stowasser)



Фото 15: Усі гілки хмизу вкладати на схилі товстим (базальним) кінцем донизу. Нижні кінці повинні розташовуватися нижче середнього рівня води. (Фото: A. Stowasser)



Фото 16: У результаті гілки повинні лежати впритул і покривати весь схил. Далі нижні кінці гілок притискають до підніжжя схилу живою фашиною. (Фото: A. Stowasser)



Фото 17: Закріплення гілок у зоні схилу виконується за допомогою перекладин, скріплених дротом. (Фото: A. Stowasser)



Фото 18: Кілочки забивають ще глибше, щоб притиснути пучок гілок до схилу. В кінці гладко відпиляти кілочки і обрізати кінці гілок, які стирчать над схилом. (Фото: A. Stowasser)

Назва методу

Вистилання хмизом із живою фашиною для укріплення основи схилу

Номер методу

2



Фото 19: Вкривання хмизу невеликим шаром землі за замулення створює для гілок контакт із ґрунтом та дає їм можливість проростати. (Фото: A. Stowasser)



Фото 20: Шар хмизу забезпечує захист схилу на великій площі вже через кілька тижнів після завершення облаштування. (Фото: A. Stowasser)



Фото 21: Проростілі пагони утворюють надзвичайно густі кущі верби та інтенсивне проростання схилу коренями. (Фото: M. Dittrich)



Фото 22: Проростілий хмиз забезпечує дуже хороший захист схилів. Схильні до пошкоджень зони переходу до незахищених ділянок або до інших методів облаштування. Особливу увагу тут потрібно приділити правильному виконанню робіт. (Фото: A. Stowasser)



Фото 23: За потреби приріст можна контролювати за допомогою заходів догляду. Догляд за популяцією, наближеною до природної, непотрібен. (Фото: A. Stowasser)



Фото 24: Для формування деревостану слід вибрати найсильніші пагони і сприяти їхньому росту, обрізавши решту пагонів. (Фото: A. Stowasser)

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3

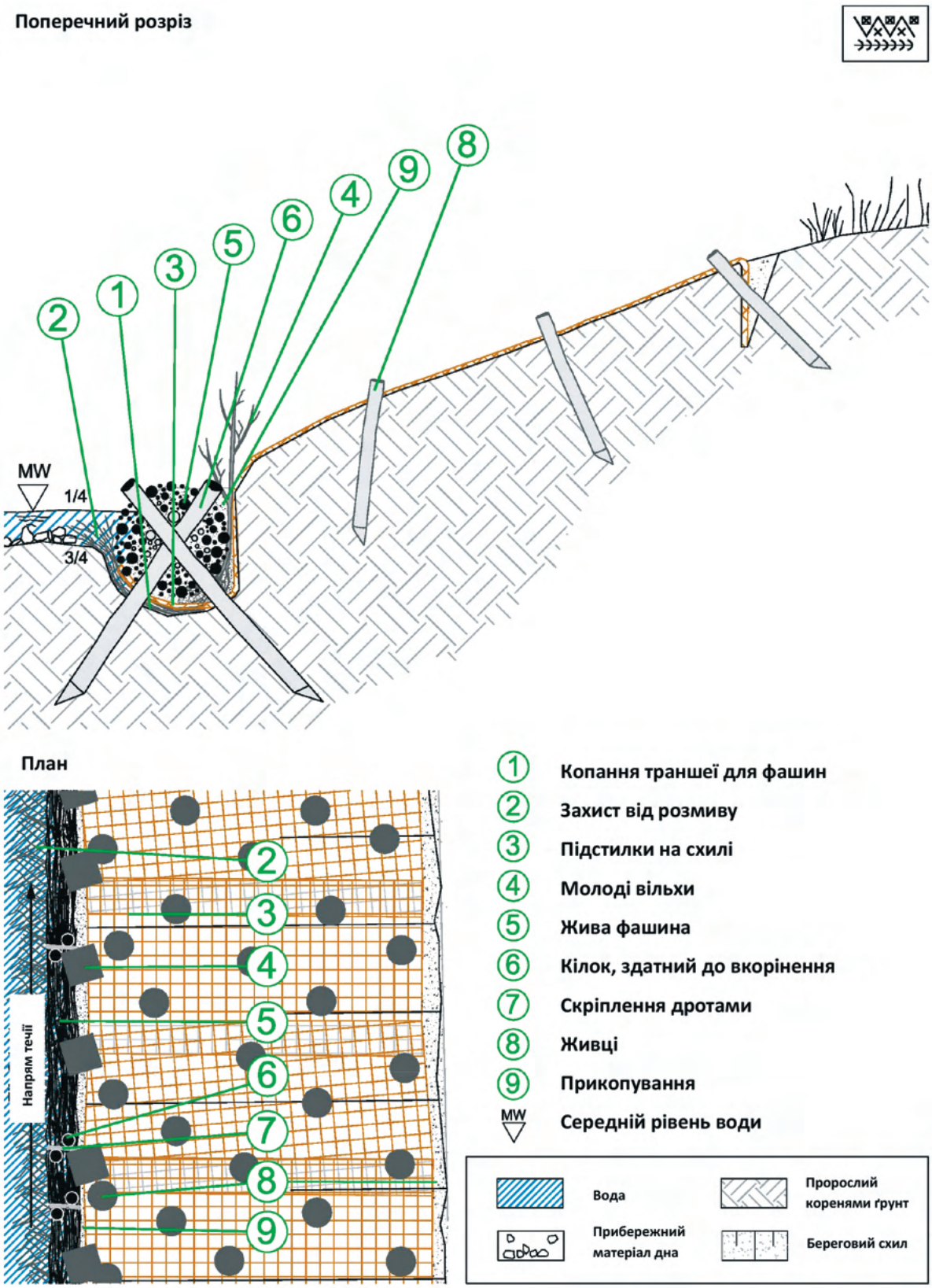


Рисунок 26: Типова технологічна карта «Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями» (Рисунок: ©StowasserService)

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3

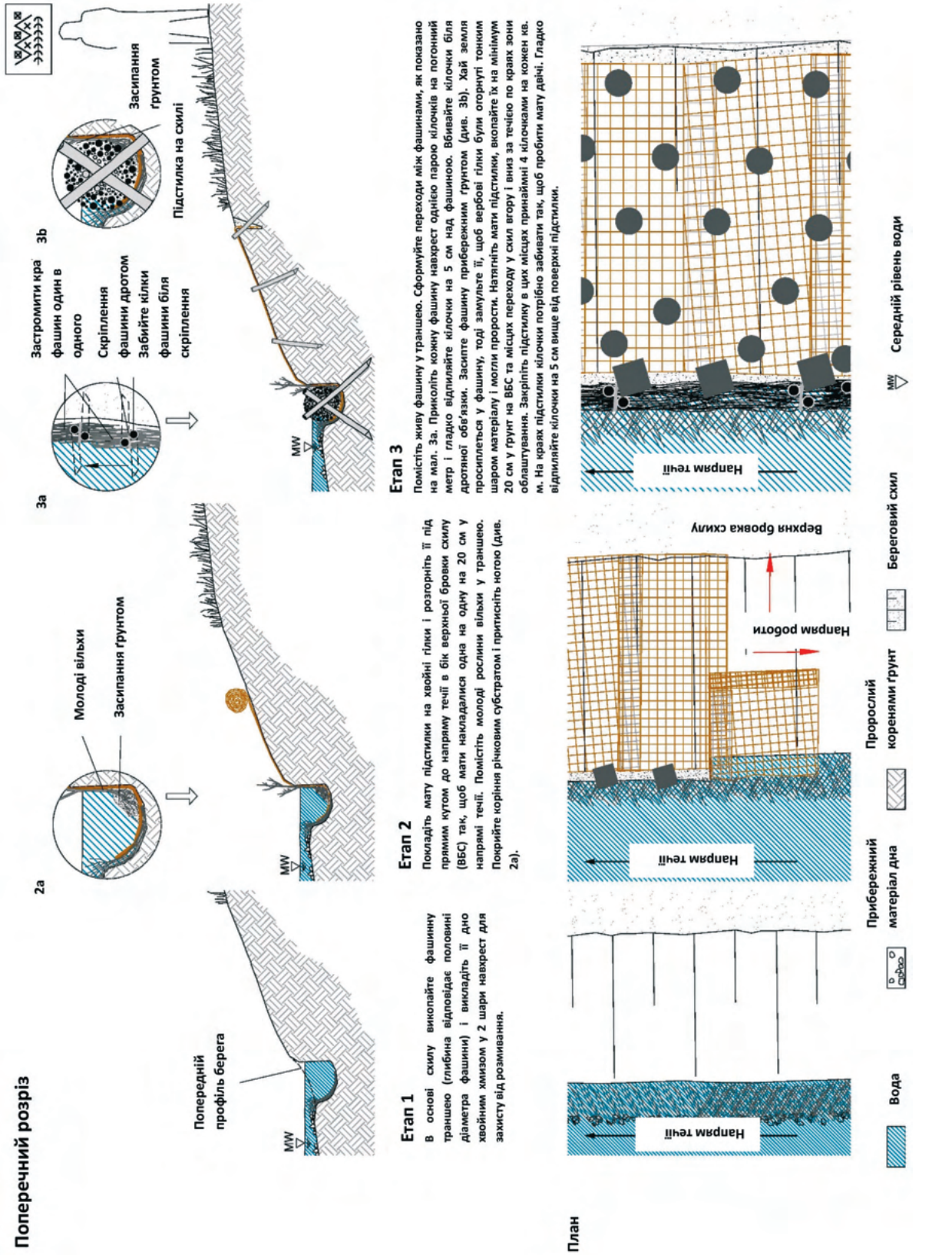


Рисунок 27: Етапи облаштування для методу «Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями» (Рисунок: © StowasserService)

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3

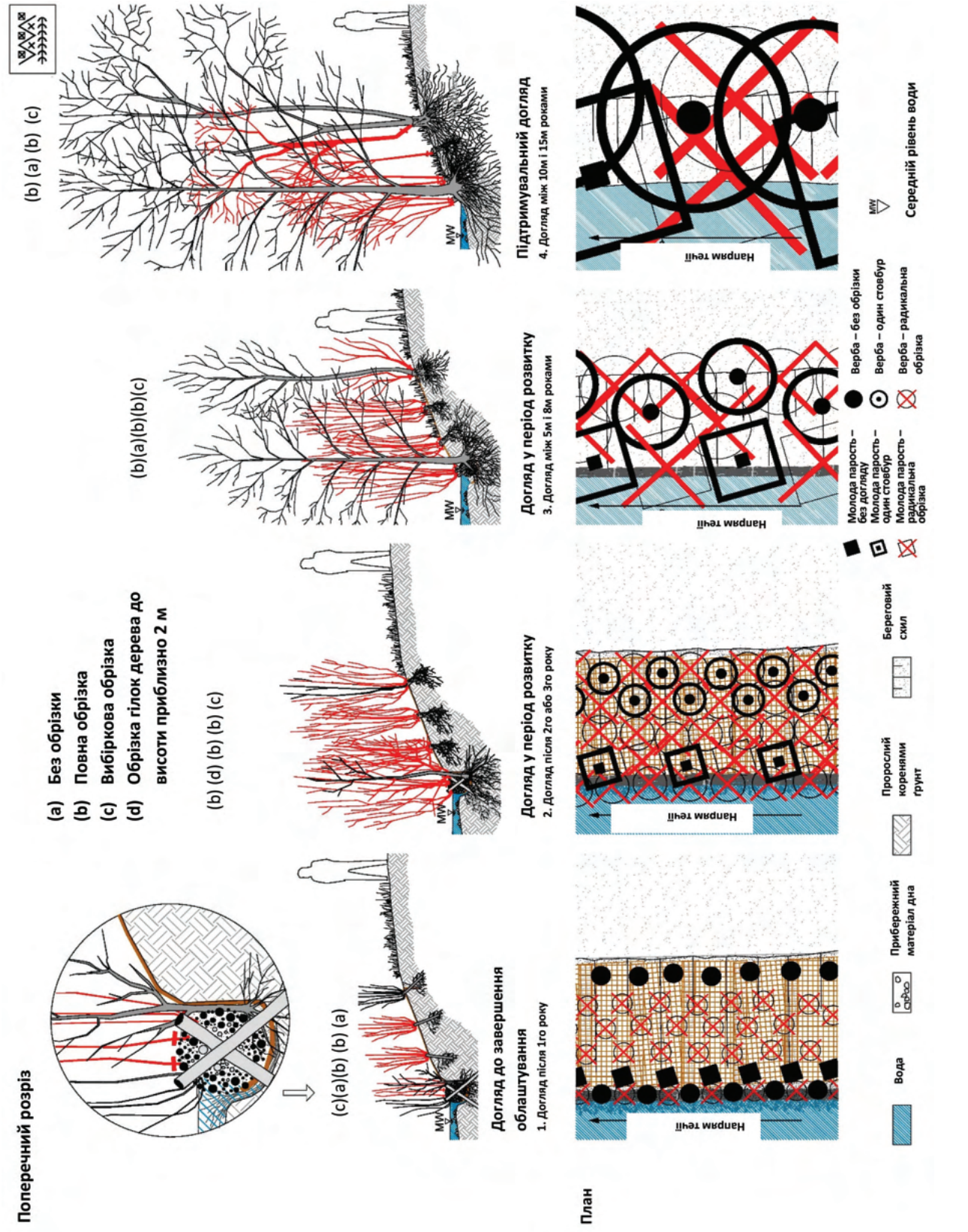


Рисунок 28: Етапи розвитку/догляду для методу «Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями» із цільовою рослинністю «Деревостан» (Рисунок: © StowasserService)

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3

Короткий огляд

Визначення методу облаштування	Живі фашини (синонім: вербові фашини, берегові фашини, фашини) – це пучки здатних до проростання (живих) вербових гілок, які скріплені дротом. Їх встановлюють паралельно до течії в основі схилу. Мати для підстилки на схилі (синонім: геотекстиль із тканини з натурального волокна) – це тканини, які укладаються на поверхню схилу для захисту від поверхневої ерозії. Під садінням вільхи розуміємо введення або садіння молодих дерев вільхи із відкритою кореневою системою (двічі пересаджені сіянці, без земляної грудки). Живці (синонім: вербові живці) – це здатні до вкорінення нерозгалужені частини здерев'янілого, як правило, 1-3-річного дерев'янистого паростка з гладкою корою, які саджають у землю, і тоді з них виростають нові рослини.
Цільова рослинність	Популяція чагарників, відповідних до місцезростання. Деревостан, відповідний до місцезростання. Деревостан, наближений до природного.
Тривалість початкової стадії	Початкова стадія методу має середню тривалість. Фашини і мати для підстилки захищають схил завдяки своєму розташуванню та рослинному матеріалу вже відразу після встановлення. Однак, щоб вирости і досягти повної ефективності, їм потрібен один вегетаційний період.
Захисна функція методу облаштування	Облаштування забезпечує середній рівень захисту берегового схилу від ерозії. Жива фашина у поєднанні з матами для підстилки має хороший захисний ефект внаслідок компактності живої фашини та дієвості підстилки на великій площі схилу. Парость верби та вільхи візьме на себе захист схилу та його основи після того, як зігниє підстилка і ті гілки живої фашини, які не проросли.
Можливе гідравлічне навантаження	Стійкість облаштування до навантаження можна оцінити як середню до високої (120-160 Н/м). Облаштування з такою комбінацією методів може витримувати певне навантаження відразу після завершення робіт. Та ця здатність у перші кілька місяців, поки конструкція проросте, залежить від стабільності кріплення. Тому правильний монтаж і догляд є вирішальними для фактичної здатності конструкції витримувати навантаження.

Інформація, важлива для проведення робіт

Придатні ландшафтні типи водотоків	A Водотоки на рівнинах і горбистих ландшафтах з лесовими породами. B Водотоки на рівнинах із голоценовими відкладами – заплавні. C Гірські водні об'єкти третинних вулканічних порід (базальти Ренських гір). D Водотоки на рівнинах і горбистих ландшафтах із відкладами верхнього тріасу. E Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із відкладами черепашкового вапняку. F Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із відкладами нижнього тріасу. G1 Водотоки на горбистих і гірських ландшафтах із цехштайнськими відкладами (водотоки корінних порід). G2 Гірські водні об'єкти Гарцу (водні об'єкти докембрію? / корінних гірських порід?) . G3 Гірські водні об'єкти Тюрінзького лісу (водні об'єкти докембрію? / корінних гірських порід?). G4 Водотоки на гірських ландшафтах Тюрінзьких сланцюватих гір (водотоки корінних порід).

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3

Вимоги до субстрату	Добре придатний на гравійно-піщаному субстраті та суглинково-мулистому субстраті, умовно придатний на кам'янистому валуновому субстраті.
Зона застосування на береговому схилі	У зоні II до III середнього до змінного рівня води (зона очеретів до зони хвойних порід) для захисту схилів і їхньої основи, а також для структурування водних об'єктів.
Просторові параметри / потреба у території	Облаштування може займати площу довжиною 2-10 м на береговому схилі, з одного боку водотока, вище середнього рівня води. Залежно від нахилу берега і способу виконання робіт цей метод облаштування підходить для струмків шириною до 7,5 м.
Потреба в освітленості	Облаштування вимагає повного освітлення, але також успішно росте в напівтіні.
Біологічний матеріал	• Вербові гілки, здатні до проростання, для живої фашини. • Кілки, здатні до проростання, для кріплення живої фашини. • Живці. • Рослини місцевої вільхи чорної (Alnus glutinosa) з відкритою кореневою системою.
Небіологічний матеріал	• Розгалужені хвойні гілки як захист від розмивання. • Гартований дріт для зв'язування фашин. • Підстилка на схилі. • Місцевий субстрат для вкривання молодих рослин і фашин.
Габарити матеріалів облаштування	Максимальна довжина живих фашин 4 м і можливий діаметр 25-45 см, в середньому 35 см. Живі фашини можуть на 100% (мінімум на 50%) складатися із живого матеріалу. Зв'язувати фашину потрібно щільно – одна стяжка на метр, діаметр стяжного дроту не менше 3 мм. Залежно від діаметра фашини та матеріалу ґрунту потрібно регулювати довжину кілків. Вона має становити трикратний діаметр фашини. Довжина кілків зазвичай 50-120 см, діаметр 6-12 см. Мати для підстилки виготовляються з кокосової або джутової тканини, їхня можлива щільність 400-900 г/м². Слід використовувати живці довжиною 60-100 см і діаметром 2-6 см. Менші діаметри називаються ..., більші – .... Живці деревоподібної верби: довжина 60-100 см і діаметр 3-6 см. Живці кущоподібної верби: довжина 60-100 см і діаметр 2-5 см. Вільху висаджують молодими рослинами (двічі пересаджені сіянці, без земляної грудки) довжиною від 40 до 60 см (макс. до 100 см), 2 шт. на метр погонний. Можливі й інші варіанти з більш чи менш відкритою кореневою системою.
Період проведення робіт	Садять живці зазвичай у незамерзлий ґрунт в неморозні дні у час вегетаційного спокою, переважно в жовтні/листопаді та березні/квітні. Залежно від місця та погоди навіть до травня. Восени починати садити слід тільки тоді, коли опаде більшість листя з листяних дерев.
Спосіб виконання	Облаштування слід проводити переважно вручну, використовувати механізми можливо лише частково, напр., для риття фашинної траншеї або для забивання кріпильних кілків. Найкращий спосіб зробити фашини – це використовувати так званий «шаблон для фашин». Його можна виготовити безпосередньо на облаштувальному майданчику з кількох схрещених кілків або використати попередньо зібрані конструкції.

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3

Помилки (причини) / механізми відмов

Фашини також можна придбати як готові елементи. Якщо це живі фашини, то все ж слід звернути увагу на їхню життєздатність, вид і походження рослин.

Фашини слід встановлювати так, щоб вони в натягнутому стані лежали у траншеї. Якщо навколо фашини занадто багато простору, з неї легко змивається покриття і вона оголюється. Тоді проростання більше неможливе і захисної функції більше немає.

Встановлюючи фашину, необхідно подбати про те, щоби здатні до проростання гілки фашини мали достатній контакт із землею. Для цього після встановлення фашину потрібно злегка покрити ґрунтом і замулити. Верхній шар ґрунту непридатний для цього через високий вміст поживних речовин. Замість нього слід використовувати прибережний річковий субстрат або ґрунт із глибших шарів. Якщо товща ґрунту занадто велика — кілька сантиметрів — є ризик, що верби не проростуть.

Фашини можна встановлювати, перекриваючи одна одну подібно до черепиці, або як нескінченну фашину. У будь-якому випадку слід подбати про те, щоб переходи між фашинами не були вразливими до руйнування течією.

Живі кілки не слід загострювати через їхню низьку здатність загоювати рани та меншу ймовірність грибкового ураження, а відрізати під кутом.

Поширеними помилками є використання занадто коротких кілків, а також оцинкованого дроту або дроту з пластиковим покриттям. Останні два матеріали розкладаються лише через тривалий час, а до того є «забрудненням» водного об'єкта.

У спеціальній літературі іноді наводяться менші розміри живців. Насправді діє правило: чим довший живець, тим краще його зчеплення зі схилом і тим менший ризик висихання або руйнування живця.

Часто роблять таку помилку: забивають живці не за напрямком їхнього росту, а проти нього, тобто тоншою частиною гілки вниз. Як і кілки, живці слід не загострювати, а відрізати під кутом.

Якщо живці вставляють у підготовлені отвори, переконайтеся, що по боках живців є контакт із землею і вони не «висять у повітрі». Інакше вони не зможуть прорости. Також неправильно залишати живці вище, ніж на 5-10 см або на 3 бруньки над поверхнею ґрунту, інакше є ризик висихання живців. Якщо кора живців пошкоджена, успішність проростання під загрозою.

Живці слід встановлювати в різних напрямках, але кожен із них нахиленим горизонтально в напрямку течії, так щоб верхній кінець був спрямований вниз за течією, і сміття під час повені змивалося понад ним.

Часто помилка полягає в тому, що розмір вічка підстилки не пристосований до зернистості ґрунту — тоді вода розмиває ґрунт з-під мати.

Захисні мати-підстилки, виготовлені з натуральних волокон, що легко розкладаються (напр., джуту) не можна використовувати на ділянках, де є постійний вплив води, бо там вони швидко втрачають міцність. Вирішальними для стійкості мат є укладання їх максимально натягнутими і без складок, а також закріплення країв мати. Якщо вони не вкопані належним чином або якщо їхнє неправильне перекриття уможливлює руйнівний вплив течії, то на початковій стадії можна легко відірвати від схилу всю підстилку цілком.

Закріплюючи мати на схилі, необхідно враховувати інформацію виробника щодо розміру та кількості кілків на м².

У водотоках із дуже високою транспортуючою здатністю наносів слід відмовитися від використання захисних мат, що легко розкладаються (напр., джуту), бо їх дуже легко пошкодити або знищити. Залежно від товщини матеріалу джутові тканини втрачають міцність через один-два роки, а кокосові волокна — через два-чотири роки.

Молоді вільхи ростуть під захистом фашини і поступово переймають на себе захист берегів. Часто біля водотоків висаджують занадто великі рослини. Вони важко ростуть на сирому ґрунті, а також вимагають складного та дорогого догляду.

	Чим більші використані рослини, тим більший ризик, що їх вирве повінню. Через два-три роки молоді рослини вільхи досягають висоти 2-2,5 м і вже здатні захистити берег, пронизавши його коренями належним чином. Передумовою є відповідна щільність посадки під час облаштування. Заготовляючи вільху чорну, слід подбати про те, щоб молоді рослини не були уражені фітофторою — так званою «хворобою вільхи» (Phytophthora x alni). Загалом треба відмовитися від садіння вільхи чорної на ділянках водотоків, де вже є фітофтора. За можливості варто використовувати інші деревні породи — явір, черемха або ясен звичайний (види, що відповідають потенційно природній рослинності).
Вказівки щодо догляду в періоди розвитку і підтримання стану	На малюнку показано етапи догляду за цільовою рослинністю «Деревостан». Для цільової рослинності «Чагарники» необхідно більше затрат на догляд. Потрібне регулярне омолодження популяції залежно від того, наскільки гнучко повинні реагувати гілки на затоплення. Чагарникам, які завжди повинні гнучко рухатися під час повені, слід проводити повну обрізку кожні 3-5 років. Однак слід мати на увазі, що вільха реагує на таку обрізку зниженням вітальності. Тому для цільової рослинності «Чагарники» слід підібрати відповідний метод облаштування без вільхи чи інших деревних порід. Для всіх інших чагарників достатньо інтервалів догляду 5-10 років. Однак, щоб зберегти цільову рослинність «Чагарники», слід проводити їхню повну обрізку не рідше, ніж кожні 10 років. Для цільової рослинності деревостан потрібен лише екстенсивний догляд на тривалу перспективу. Інтервали в період підтримання стану можуть становити >10 років. Можливими заходами є поодинокі вирубки, вибіркові та санітарні рубки. Деревостани, наближені до природних, не вимагають ніяких заходів догляду.
Як можна комбінувати з іншими методами облаштування	Інших можливих комбінацій немає. Облаштування вже є поєднанням кількох окремих методів.

Спосіб дії

Спосіб дії по завершенню облаштування	Облаштування діє точковим чином біля основи схилу та як суцільна ділянка на схилі.
Розмірний ефект облаштування	Від середнього до великого.
Вплив методу на сусідні ділянки, де відбувається користування	Залежно від цільової рослинності в рамках методу облаштування розвивається популяція дерев, кущів або деревостан, наближений до природного стану. Чагарники середнього розміру, тому їхній вплив на сусідні ділянки з користуванням – середній. Популяція дерев або деревостан, наближений до природного стану, має великорозмірний ефект. Тому вплив на суміжні види користування великий.

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3

Вплив методу на пропускну спроможність стоку

Цільова рослинність «Чагарники» (популяції чагарників із прогалинами та групи кущів) у цільовому стані зумовлює середній розподіл, який ще посилюється під час повені (швидкість наростання тиску = 20-30).
Цільова рослинність «Деревостан» та «Популяція дерев і кущів, наближена до природної» у цільовому стані зумовлює значний розподіл (швидкість наростання тиску = 20), який більше не змінюється під час повені.

Переваги і недоліки

Переваги:

технічний вплив

- Територія швидко укріплюється та озеленюється.
- Облаштування можливо виконати повністю вручну, тому його можна використовувати також у місцях, до яких неможливо дістатися механізмами.
- Захисний ефект настає одразу після завершення облаштування. Із розвитком біоматеріалів ефективність стає все більшою.

екологічний вплив

- Зокрема, у вузьких водних об'єктах в результаті затінення водотока спостерігається покращення температурного балансу та вмісту кисню в середньостроковій і довгостроковій перспективі. Особливо це стосується випадків, коли облаштування впроваджується на довшому відрізку берега.
- Внаслідок потрапляння у водойму опадаючого листя дерев і кущів покращуються умови життя мікроорганізмів.

естетичний вплив

- Після завершення початкової стадії місце, де розвивається рослинність, виглядає естетично.

Недоліки:

технічний вплив

- Метод облаштування висуває підвищені вимоги до виконання робіт. Існує підвищений ризик помилки.
- Період проведення робіт обмежений часом вегетаційного спокою.

економічний вплив

- Виконання робіт трудомістке.
- Метод матеріаломісткий.

Через використання тканини з натурального волокна метод є відносно дорогим.

Література / базові джерела

INGBIOTOOLS – INGBIOTOOLS KOMPETENZ INGENIEURBIOLOGIE GMBH & CO. KG (2017a): Regeldetails, Bauschritte, Pflegeschritte und Steckbriefe in ISYS – Informationssystem – Bauwei-seninfos. Software für Ingenieurbiologie SOFIE®. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *http://sofie.ingbiotools.de/sofie.html.*

INGBIOTOOLS - INGBIOTOOLS KOMPETENZ INGENIEURBIOLOGIE GMBH & CO. KG (2017b): Shop Ingenieurbiologie. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *https://www.ingbiotools.com/*.

LUBW - WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG MBH & LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (Вид.) (2013): Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern Teil 3, Arbeitsblätter für die Baustelle. Karlsruhe.

STOWASSER, A. (2011): Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten bei der Auswahl und An-wendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau. Dissertation, Schriftenreihe Umwelt und Raum, Band 5, 2011. Göttingen.

TLUG - THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (Вид.) (2018): Gehölze an Fließgewässern – Anlage, Entwicklung und Pflege, Teile 1–4. Schriftenr. Thür. Landesanstalt für Umwelt und Geologie Nr. 114. Опубліковано в електронному вигляді під URL: *https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/00_tlubn/Service/Publikationen/Schriftenreihe/download/SR_114_Teil_1_4_download.pdf.*

WALSER, C. (2004): Schadensfälle bei ingenieurbiologischen Ufersicherungen an Fliessgewässern. Diplomarbeit. Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der ETH Zürich.

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3



Фото 25: З екологічних міркувань вербовий матеріал для облаштування слід заготовляти якомога ближче до проведення робіт. (Фото: A. Stowasser)



Фото 26: Під час профілювання русла або берегового схилу водотоку необхідно передбачити фашинну траншею, а схил слід зробити якомога пологішим. (Фото: A. Stowasser)



Фото 27: Захисна мата – це нижній шар конструкції. Вона повинна бути міцно закріплена, щоб її неможливо було вирвати. (Фото: A. Stowasser)



Фото 28: Після цього садять дерева. Прикріплена ними фашина утримує конструкцію біля основи схилу. (Фото: A. Stowasser)



Фото 29: Живі фашини легко прикопати, щоб забезпечити хороший контакт із землею та гарантувати проростання. (Фото: A. Stowasser)



Фото 30: Конструкція захищає схил зразу після завершення облаштування і в міру проростання ефективність підвищується ще більше. (Фото: A. Stowasser)

Назва методу

Жива фашина з підстилкою на схилі, садінням вільхи і живцями

Номер методу

3



Фото 31: Спершу швидкорослі верби розвиваються сильніше, утворюють густі кущі й інтенсивно проростають корінням крізь основу схилу та сам схил. (Фото: A. Stowasser)



Фото 32: Вільху ледве видно, але вона поступово утверджується і врешті бере на себе опорну функцію в чагарнику. (Фото: A. Stowasser)



Фото 31: В рамках догляду в період розвитку вільху проріджують. Робити це потрібно акуратно, щоб не пошкодити дерева, які залишилися. (Фото: A. Stowasser)



Фото 34: Після обрізки верб можна чітко розпізнати майбутній береговий чагарник цільової рослинності «Деревостан». (Фото: A. Stowasser)



Фото 35: Тут облаштування відбувалося з обох боків і вже проведено догляд із проріджуванням. (Фото: A. Stowasser))



Фото 36: Якщо є достатньо місця, метод також можна використовувати для створення деревостану, наближеного до природного. (Фото: A. Stowasser)



Фінансовано:

Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection

Umwelt
Bundesamt